ARUP

BRUNO MATTEO
2025.12.17 21:09:53
CN=BRUNO MATTEO
C=IT
2.5.4.4=BRUNO
2.5.4.42=MATTEO

Amazon Data Services Italy srl

Progetto di Data Center Edificio A (Zibido San Giacomo)

ADS Italy srl – Progetto di Data Center Edificio A (Zibido San Giacomo)

Studio di Impatto Ambientale

SIA_All.10 - Valutazione della resilienza climatica

A | 31 Ottobre 2025

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client. It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party.

© Job number 306134

Arup Italia S.r.l.
Corso Italia 1
Milan
20122
Italy
arup.com

ARUP

Document Verification

Project title	ADS Edificio A
Document title	ADS Edificio A_Studio di Impatto Ambientale_Allegato 10 – Valutazione alla resilienza climatica
Job number	306134
Document ref	-
File reference	-

Revision	**Date**	**Filename**	ADS Edificio A_Studio di Impatto Ambientale_SIA_All.10 - Valutazione alla resilienza climatica		
A	31/10/2025	**Description**	Studio di Impatto Ambientale - Allegato 10_Valutazione alla resilienza climatica		
			Prepared by	**Checked by**	**Approved by**
		Name	BP GM	SL	SL
		Signature			
		Filename			
		Description			
			Prepared by	**Checked by**	**Approved by**
		Name			
		Signature			
		Filename			
		Description			
			Prepared by	**Checked by**	**Approved by**
		Name			
		Signature			

Issue Document Verification with Document ☑

Contenuto

Sintesi

1. Introduzione 9

1.1 Ubicazione del progetto 9

1.2 Approccio metodologico 10

2. Analisi dei cambiamenti climatici 11

2.1 Clima attuale 11

2.2 Panoramica dei futuri modelli climatici 12

3. Fase di preparazione (Fase 0) 16

4. Screening dei pericoli (Fase 1) 17

5. Analisi dettagliata del rischio climatico (Fase 2) 19

5.1 Metodologia 19

5.2 Dataset adottato per l'analisi di pericolosità 19

5.3 Risultati 20

5.4 Sintesi dei risultati della valutazione dettagliata dei rischi 24

6. Adattamento ai cambiamenti climatici 25

6.1 Identificazione delle possibili misure di adattamento 25

6.2 Fattori limitanti 25

6.3 Valutazione delle misure di adattamento 25

6.4 Possibili misure di adattamento 26

6.5 Misure non strutturali 28

7. Conclusioni 29

8. Esclusione di responsabilità 31

Tabelle

Tabella 2-1 Dati climatici normali per Zibido San Giacomo basati sul dataset 1991-2020 (usando i dati disponibili per l'Aeroporto di Milano Linate) 12

Tabella 3-1 Temi e componenti del progetto 17

Tabella 4-1 Tabella riassuntiva dei pericoli significativi in base alla loro occorrenza spaziale e al potenziale impatto. I pericoli non presenti nel sito sono esclusi dalla considerazione riguardo ai loro potenziali effetti sul progetto. 17

Tabella 5-1 Riassunto delle fonti consultate per le analisi di pericolosità 19

Tabella 5-2 Classificazione del pericolo in base alla probabilità di accadimento 21

Tabella 5-3 Classificazione dei pericoli adottati nel presente studio 21

Tabella 5-4 Riepilogo dei risultati dei pericoli 21

Tabella 5-5 Valutazione indicative per valutare il potenziale impatto di un rischio climatico sui componenti del progetto 23

Tabella 5-6 Sintesi dell'analisi d'impatto 23

Tabella 5-7 Matrice del rischio adottata in questo studio 24

Tabella 5-8 Valutazione del rischio considerando gli scenari climatici attuali e futuri 24

Tabella 8-1 Screening dei pericoli in base alla presenza in sito 34
Tabella 8-2 Possibili impatti per il progetto. Tutti i pericoli elencati sono stati ritenuti rilevanti considerata la posizione del progetto 37
Tabella 8-3 Classificazione della probabilità di occorrenza di un'ondata di calore 39
Tabella 8-4 Numero di ondate di calore per lo scenario attuale riferito al numero consecutivo di giorni (almeno 3) con temperatura superiore a 35° (Stazione Lacchiarella v. Molise, ARPA Lombardia. Serie storica 1993-2023) 41
Tabella 8-5 Numero di giorni con massima temperatura T> 35 °C (TX35) per gli scenari futuri e attuali 41
Tabella 8-6 Classificazione della probabilità di occorrenza per l'ondata di calore 43
Tabella 8-7 Classificazione per la valutazione dell'indice FWI 44
Tabella 8-8 Classificazione del pericolo di incendi 45
Tabella 8-9 Classificazione per la valutazione del pericolo di stress idrico 46
Tabella 8-10 Classificazione della pericolosità da stress idrico basata sull'indice di stress idrico (WSI) per i diversi scenari climatici 48
Tabella 8-11 Classificazione per la valutazione della probabilità di occorrenza di precipitazioni intense - neve 48
Tabella 8-12 Precipitazioni nevose con altezza del manto maggiore o uguale a 20 cm. Registrazione dalla stazione di Seriano (2000-2021) 49
Tabella 8-13 Classificazione delle probabilità di occorrenza delle abbondanti precipitazioni nevose 49
Tabella 8-14 Classificazione per la valutazione della probabilità di occorrenza di precipitazioni intense - grandine 50
Tabella 8-15 Classificazione della probabilità di accadimento di precipitazioni intense da grandine 51
Tabella 8-16 Classificazione per la valutazione della pericolosità di alluvione pluviale 52
Tabella 8-17 Classificazione della pericolosità per inondazioni pluviali 53
Tabella 8-18 Classificazione per la valutazione della probabilità di occorrenza delle tempeste di vento 55
Tabella 8-19 Classificazione del pericolo di tempeste di vento 56
Tabella 8-20 Scala Fujita 58
Tabella 8-21 Classificazione per valutare la probabilità di un evento tornadico in prossimità dell'asset 61
Tabella 8-22 Classificazione della probabilità di occorrenza dei tornado 62
Tabella 8-23 Valutazione dell'impatto sulle strutture principali e secondarie 64
Tabella 8-24 Valutazione dell'impatto sui componenti architettonici e non strutturali 66
Tabella 8-25 Valutazione dell'impatto sull'impianto meccanico 69
Tabella 8-26 Valutazione dell'impatto sull'impianto elettrico 75
Tabella 8-27 Valutazione dell'impatto sugli utenti 79

Figure

Figura 1-1 Ubicazione del progetto 9
Figura 1-2 Panoramica del processo relativo all'adattamento ai cambiamenti climatici per la protezione climatica - Fonte: Linee Guida Tecniche della Commissione EU 10
Figure 2-1 Emissioni globali nette di gas serra (CO2 equivalente per anno) nello stato attuale e futuro per gli scenari di Representative Concentration Pathways (RCP) (basato sul rapporto di sintesi AR5: 13
Figura 2-2 Matrice che rappresenta tutte le possibili combinazioni di SSP e forzante radiativa, con codifica colore per mostrare la priorità di ciascuno scenario per il progetto Scenario MIP. Gli scenari di Livello 1 sono SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 e SSP5-8.5. Tre degli scenari Livello 1 sono versioni

aggiornate degli scenari RCP precedenti del CMIP5 (RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5) per facilitare il confronto tra le proiezioni del CMIP5 e del CMIP6. Gli scenari di Livello 2 sono SSP1-1.9, SSP4-6.0, SSP4-3.4 e SSP5-3.4. Nelle etichette degli scenari SSP, il primo numero si riferisce al percorso socio-economico e il secondo alla forzante radiativa globale efficace (ERF) approssimativa nel 2100. Ad esempio, 'SSP1-1.9' è uno scenario che combina SSP1 con una forzante radiativa di 1.9 W m-2 nel 2100 (RCP1.9) 14

Figura 2-3 Variazione delle temperature superficiali medie globali previste in ciascuno dei cinque scenari 14

Figura 8-1 Numero di ondate di calore per lo scenario attuale riferito al numero consecutivo di giorni (almeno 3) con temperatura superiore a 35° (Stazione Lacchiarella v. Molise, ARPA Lombardia. Serie storica 1993-2023) 40

Figura 8-2 Simulazioni storiche dell'indice FWI per la regione Lombardia in riferimento al periodo 1970-2005 44

Figura 8-3 Simulazioni per gli scenari futuri dell'indice FWI per la regione Lombardia 44

Figura 8-4 Indice di stress idrico nello scenario attuale (1979-2019) 47

Figura 8-5 Indice di stress idrico negli scenari futuri 47

Figura 8-6 Tasso medio di grandinate con diametro >5 cm dalle osservazioni storiche tra il 1971 e il 2000 50

Figura 8-7 Il cambiamento previsto nei periodi annuali di 6 ore con grandine > 5 cm per la fine del secolo, 2071-2100, considerando il cambiamento climatico negli scenari di emissione RCP4.5 (a sinistra) e RCP8.5 (a destra) 51

Figura 8-8 Profondità dell'alluvione associata a un evento di precipitazione con periodo di ritorno di 100 anni per lo scenario attuale. La posizione dell'infrastruttura è identificata dal poligono rosso. 52

Figura 8-9 Profondità dell'alluvione associata a un evento di precipitazione con periodo di ritorno di 100 anni per gli scenari futuri. La posizione dell'asset è identificata dal poligono rosso. 53

Figura 8-10 Zone ventose in accordo alle NTC 2018 e relative velocità di base del vento (m/s) 54

Figura 8-11 Curva di pericolosità per le tempeste di vento a Zibido San Giacomo estratta dalle Norme Tecniche (Norme tecniche per le costruzioni, Capitolo 3.3 Azioni di vento, 2018) 55

Figura 8-12 Proiezioni della velocità del vento estremo (98° percentile della velocità massima giornaliera) per il periodo 2036-2065 considerando gli scenari di emissione RCP4.5 (a sinistra) e RCP8.5 (a destra) fornite dalla Fondazione CMCC 56

Figura 8-13 Posizione di tutte le registrazioni sui tornado inclusi nel Database Europeo dei Fenomeni Meteorologici Estremi (ESWD). I punti arancioni rappresentano tornado deboli (F0, F1) e non classificati; i punti rossi rappresentano tornado forti (F2, F3); i punti neri rappresentano tornado violenti (F4, F5). Figure estratte da Groenemeijer & Kühne (2014). 58

Figura 8-14 Numero di registrazioni di tornado classificati per anno inclusi nel Database Europeo dei Fenomeni Meteorologici Estremi (ESWD) dal 1950 al 2010 (Groenemeijer & Kühne, 2014). 59

Figura 8-15 Numero medio annuale di tornado per regioni amministrative europee (fonte: Antonescu). 59

Figura 8-16 Numero di eventi di tornado (a sinistra) ed eventi di tornado forti–violenti (F2 e più forti) (a destra) per 10.000 km² (fonte: Groenemeijer e Kühne, 2014). La densità è stata calcolata dividendo il numero di eventi entro (a) 100 km e (b) 200 km da un punto per l'area superficiale di un cerchio con il rispettivo raggio. 60

Figura 8-17 Numero di tornado per 10.000 km² riportato da Miglietta e Matsangouras (2018) e 60

Appendici

Appendice I – Screening (Fase 1) 33

Allegato II – Valutazione dei pericoli (Fase 2) 39

Appendice III – Valutazione dell'impatto 63

Sintesi

Il presente documento riassume i principali risultati sui livelli di rischio e sui possibili adattamenti ai cambiamenti climatici analizzati per il Data Centre di Amazon Data Services a Zibido San Giacomo, identificato come Edificio A e rappresenta una parte fondamentale sia della valutazione di *Climate Proofing* che del principio *Do No Significant Harm* (DNSH).

L'area di studio si trova a Zibido San Giacomo, nella provincia di Milano, a circa 20 km dal centro della capitale lombarda, in un contesto prevalentemente agricolo caratterizzato dalla presenza del Parco Agricolo Sud Milano. Il territorio è prevalentemente pianeggiante, tipico della Pianura Padana.

L'obiettivo dell'analisi è individuare e valutare i rischi legati ai pericoli climatici significativi, assicurandosi che i livelli di rischio identificati vengano adeguatamente gestiti nella fase di progettazione, al fine di garantire che il rischio sia mitigato durante tutta la durata del ciclo di vita operativo del progetto.

Lo studio include una **fase di pre-screening** (Fase 0) in cui vengono determinate le ipotesi alla base dell'analisi, tra cui:

- la vita utile di progetto (presunta di 50 anni),
- i componenti rilevanti del progetto; sono stati identificati quattro componenti: componenti strutturali, componenti architettonici e non strutturali, sistemi meccanici ed elettrici e utenti. Per ciascun tema, sono stati individuati gli elementi critici.
- gli scenari climatici e gli orizzonti temporali per la valutazione. L'analisi è stata eseguita per gli scenari climatici attuali e per due scenari futuri (SSP2-4.5 e SSP5-8.5), considerando due orizzonti temporali (2030-2060 e 2060-2080).

Successivamente alla Fase 0 viene svolta una **fase di screening** (Fase 1). Essa considera l'ampio catalogo di pericoli legati al clima, elencati nel *Climate Delegated Act*[1], e identifica i pericoli che (1) potrebbero verificarsi nel luogo dove sorge il progetto e (2) potrebbero avere un impatto sul progetto. Tutti gli altri pericoli, durante questa fase, vengono esclusi.

Segue **l'analisi dettagliata del rischio climatico** (Fase 2) finalizzata alla valutazione del rischio climatico per i pericoli identificati come significativi per il progetto nella fase precedente. Per ciascuno di essi, la valutazione comprende una valutazione di **pericolosità** basata sulla probabilità di accadimento del pericolo durante la vita del progetto e una valutazione della sua **vulnerabilità**, utilizzata per valutare l'impatto sul data centre in termini di danni fisici e non fisici derivanti dall'occorrenza di un evento avverso, insieme alle possibili perdite economiche, tempi di inattività e vittime. I **risultati del rischio** mostrano che, per tutte e quattro le componenti identificate in questo progetto, il rischio è valutato come:

- Medio nel caso di: ondate di calore, incendi (per lo scenario attuale), precipitazioni intense nevose, allagamenti pluviali e tempeste di vento.
- Alto nel caso di: incendi (per gli scenari climatici futuri) e tornado.

La tabella sottostante riassume i risultati della Fase 2, riportando i risultati del rischio per gli scenari climatici attuali e futuri.

[1] Commission delegated regulation (EU) 2021/2139, 4 June 2021, Annex I, Appendix A.

Tabella riassuntiva. Sintesi dei risultati dell'analisi dettagliata del rischio climatico

Pericolo	Livello di rischio corrente	Livello di rischio al 2050 SSP2-4.5	Livello di rischio al 2050 SSP5-8.5	Livello di rischio al 2100 SSP2-4.5	Livello di rischio al 2100 SSP5-8.5
Ondate di calore	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Incendi	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Stress idrico	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Precipitazioni intense - grandine	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Precipitazioni intense - neve	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Allagamenti - pluviali	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Tempesta di vento	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Tornado	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

L'analisi dettagliata dell'adattamento (Fase 2B) identifica le potenziali misure di adattamento per i pericoli che comportano un rischio significativo (cioè classificati come medio o alto). Il progetto attuale include già misure che limitano l'impatto delle condizioni climatiche avverse sulla fruibilità e sull'integrità strutturale dei fabbricati. Inoltre, le seguenti potenziali misure di adattamento potrebbero essere considerate nelle fasi successive del progetto:

- **Ondate di calore:** il monitoraggio regolare delle prestazioni delle attrezzature e l'eventuale regolazione del sistema nel momento in cui l'attrezzatura verrà sostituita alla fine della sua vita utile (20-30 anni) per tenere conto delle condizioni climatiche future.
- **Incendi:** è generalmente risaputo che una buona manutenzione del verde porti ad un basso rischio di incendi e, per questo motivo, la misura di mitigazione più efficace per il rischio di incendio potrebbe includere una gestione efficace del territorio. In particolare, la protezione è garantita da una distanza adeguata tra il data centre e la vegetazione alta (ad esempio, alberi intorno al perimetro dell'edificio).
- **Allagamenti pluviali:** il sito è stato elevato di 1 metro rispetto al livello del terreno esistente, il che ridurrà il livello di tale pericolo.
- **Eventi ventosi estremi (tempeste di vento e tornado):** la struttura è progettata secondo gli attuali codici strutturali. L'adozione di questi standard e l'applicazione dei fattori di sicurezza riducono la probabilità di danni strutturali causati da tempeste di vento. Inoltre, potrebbe essere valutata una gestione preventiva della vegetazione, con l'identificazione e la rimozione precoce degli alberi a rischio di caduta.
- **Intense precipitazioni - neve:** in questa fase di progettazione non si ritiene necessaria l'adozione di ulteriori misure di adattamento poiché l'impatto della neve è stato stimato come minimo.

1. Introduzione

Il seguente report affronta i temi del rischio e dell'adattabilità ai cambiamenti climatici per il Data Centre di Amazon Data Services a Zibido San Giacomo, individuato come Edificio A, che rappresenta una parte fondamentale sia della valutazione di adattamento ai cambiamenti climatici *Climate Proofing* che del principio *Do No Significant Harm* (DNSH).

1.1 Ubicazione del progetto

L'area oggetto del presente elaborato si trova a Zibido San Giacomo, in provincia di Milano, a circa 20 km dal centro della capitale lombarda, in un contesto prevalentemente agricolo caratterizzato dalla presenza del Parco Agricolo Sud Milano. Il territorio di Zibido San Giacomo è prevalentemente pianeggiante, tipico della Pianura Padana.

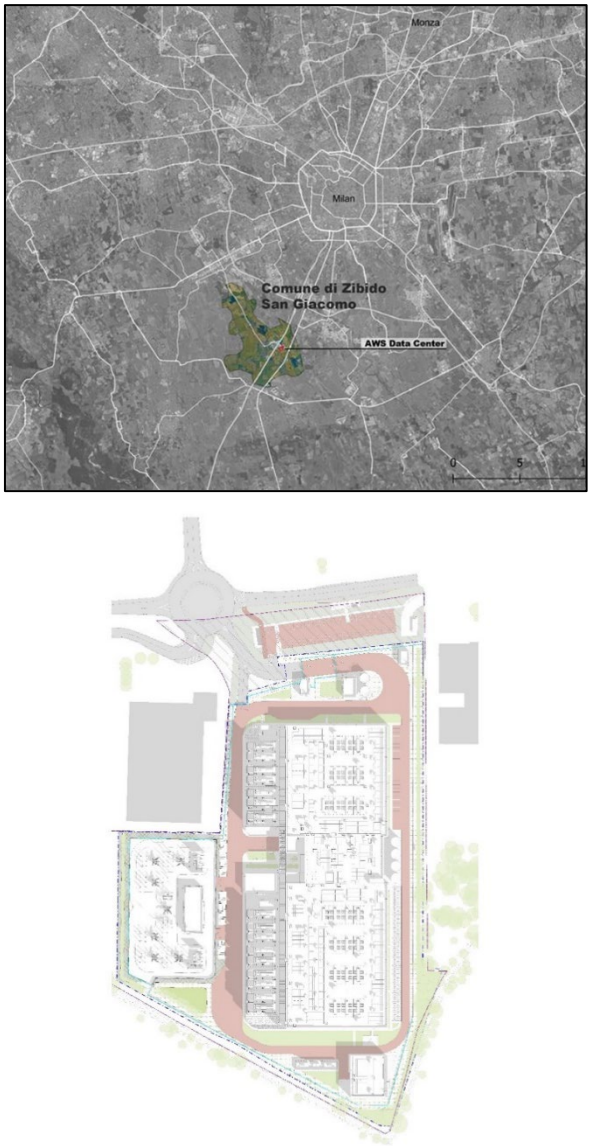

Figura 1-1 Ubicazione del progetto

1.2 Approccio metodologico

La valutazione della resilienza climatica per l'Edificio A viene effettuata secondo la metodologia delineata nelle Linee Guida Tecniche della Commissione Europea. Lo studio si sviluppa seguendo i seguenti passaggi:

- Una **fase di pre-screening (Fase 0)**, durante la quale vengono definiti le assunzioni alla base della valutazione, come: la vita utile del progetto, i componenti del progetto, gli scenari climatici e gli orizzonti temporali per la valutazione.
- Una fase di **screening (Fase 1)**, che considera la lista dei pericoli legati al clima elencati nel *Climate Delegated Act*[2], e identifica quei pericoli che (1) potrebbero verificarsi nel sito del progetto e (2) potrebbero avere un impatto sul progetto stesso. Gli altri pericoli vengono esclusi durante questa fase. Una descrizione dei risultati delle fasi di pre-screening e screening è inclusa nella Sezione 4.
- Un'**analisi dettagliata del rischio climatico** (Fase 2), che si sviluppa dalla lista di pericoli identificati durante la Fase 1 e segue l'approccio delineato nelle Linee Guida Tecniche della Commissione Europea, come illustrato nella Figura 1-2. Questa analisi include un'analisi dettagliata della probabilità che si verifichino i pericoli e dei loro impatti sul progetto (Fase 2a). L'obiettivo è identificare quei pericoli per i quali il rischio (combinazione di probabilità e impatto) è significativo. Infine, la Fase 2b include misure di adattamento per la riduzione del rischio, basate sui risultati della valutazione del rischio della Fase 2a, per tutti i pericoli che comportano un rischio significativo.

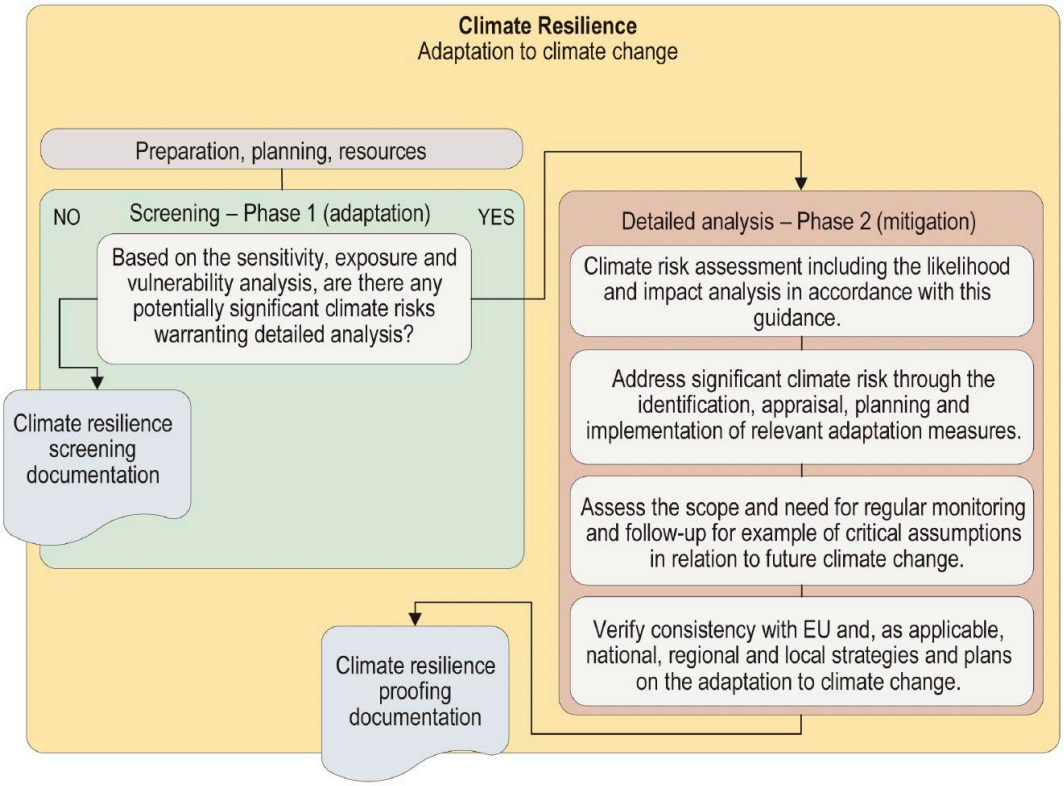

Figura 1-2 Panoramica del processo relativo all'adattamento ai cambiamenti climatici per la protezione climatica - Fonte: Linee Guida Tecniche della Commissione EU[3]

[2] Commission delegated regulation (EU) 2021/2139, 4 June 2021, Annex I, Appendix A.

[3] Comunicazione della commissione — Linee guida tecniche sulla verifica climatica delle infrastrutture nel periodo 2021-2027 (OJ C, C/373, 16.09.2021, p. 1, CELEX: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021XC0916(03)).

2. Analisi dei cambiamenti climatici

Il cambiamento climatico è una delle sfide più significative su scala globale. I cambiamenti nel nostro clima possono essere causati sia da fattori naturali che da fattori umani. Dalla metà del XX secolo, lo strato di aria vicino alla superficie terrestre, al di sopra dei continenti e degli oceani, si è riscaldato in modo significativo. Negli ultimi decenni, il cambiamento climatico è diventato evidente attraverso un aumento degli eventi estremi quali temperature elevate, continuo innalzamento del livello del mare e cambiamento della frequenza degli eventi di precipitazioni violente osservate in diverse regioni. Le attività antropiche sono la causa principale di ciò, con l'aumento delle concentrazioni di gas serra dovuto alle crescenti emissioni di anidride carbonica (CO2) e altre emissioni provenienti dall'industria, dal traffico, dall'agricoltura e dalle fonti domestiche fin dai tempi pre-industriali come contributi principali. Inoltre, i cambiamenti nell'uso del suolo, come la deforestazione e la impermeabilizzazione del suolo, hanno anch'essi un impatto significativo sul clima.

Le proiezioni climatiche future convergono nell'indicare che il cambiamento climatico previsto comporterà un incremento, in termini generali, della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi, con conseguente aggravamento dei rischi associati. La conoscenza degli impatti e l'analisi del rischio legati al cambiamento climatico sono quindi analisi necessarie per identificare le risposte più efficaci ai fenomeni naturali e per sviluppare piani di mitigazione nonché soluzioni per ridurre i danni economici e sociali associati a eventi acuti e estremi, o cronici.

2.1 Clima attuale

Secondo la classificazione climatica di Köppen, Zibido San Giacomo rientra nella zona climatica Cfa, che indica un clima subtropicale umido con una significativa variabilità stagionale. In questo tipo di zona climatica, gli inverni sono freddi, con temperature medie che spesso scendono sotto i 0°C e occasionali nevicate. Le estati sono calde e umide, con temperature che superano frequentemente i 35°C, mentre le notti restano afose a causa dell'alta umidità e della bassa velocità del vento. Primavera e autunno offrono condizioni più miti, con temperature che vanno dai 10 ai 20°C, accompagnate da un aumento delle precipitazioni, in particolare ad aprile e maggio.

Le medie climatiche rappresentano i valori medi di una variabile climatica su un periodo di riferimento standard. L'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMS) ha stabilito che questo periodo di riferimento, definito come Normale Climatologico (CLINO), dovrebbe coprire 30 anni, con la raccomandazione di aggiornare le medie climatiche ogni 10 anni per garantire che riflettano accuratamente le condizioni climatiche più aggiornate. Queste medie servono da punto di riferimento con cui le osservazioni recenti o attuali possono essere confrontate, facilitando l'identificazione di anomalie.

Per caratterizzare il CLINO per il sito, data l'assenza di stazioni meteorologiche con serie di dati complete nelle vicinanze dell'area di studio, è stato deciso di utilizzare la serie storica di dati online più completa disponibile, corrispondente alla stazione meteorologica dell'Aeroporto di Milano Linate, situato a circa 16km in linea d'aria dall'area di studio. Di seguito sono riportate le osservazioni chiave per il sito:

- La temperatura media annua dell'aria è di 14,2°C, con fluttuazioni che vanno da circa 3,2°C a gennaio a 25,1°C a luglio. A causa della sua posizione geografica nella Pianura Padana, la regione è soggetta a significative variazioni stagionali, caratterizzate da estati calde e inverni freddi, principalmente influenzati da condizioni climatiche continentali.

- L'estate è la stagione più calda, con una temperatura media dell'aria di 24,1°C, seguita dall'autunno, che registra una temperatura media di 14,3°C. La primavera presenta una temperatura media comparabile di 14,1°C, mentre l'inverno è la stagione più fredda, con una temperatura media dell'aria di 3,9°C.

- Le precipitazioni annuali totali sono circa 752,2 mm. Sebbene le precipitazioni siano relativamente distribuite in modo uniforme durante l'anno, è possibile osservare alcune variazioni stagionali. Novembre (112,4 mm) e ottobre (82,0 mm) sono i mesi più piovosi, mentre gennaio (35,9 mm) e febbraio (38,2 mm) sono i mesi più secchi.

- Dal punto di vista stagionale, l'autunno e la primavera risultano essere i periodi più piovosi, con livelli medi di precipitazioni rispettivamente di circa 268,2 mm e 170,2 mm. L'estate presenta precipitazioni

relativamente più basse, con un accumulo di circa 193,8 mm, mentre l'inverno è la stagione più secca, registrando una media di 120,0 mm di pioggia.

- La frequenza dei giorni di pioggia raggiunge il suo picco a novembre (8,3 giorni) e a maggio (8,4 giorni), mentre luglio (4,5 giorni) e gennaio (4,7 giorni) sono i mesi con il minor numero di giorni di pioggia.
- Agosto e novembre sono tra i mesi più piovosi, con livelli di precipitazioni rispettivamente di 82,2 mm e 112,4 mm. Al contrario, gennaio e febbraio rimangono i mesi più secchi, con quantità di pioggia registrate rispettivamente di 35,9 mm e 38,2 mm.

Nella tabella seguente viene riportato un riepilogo dei dati climatici

Parametro	Unità	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Precipitazioni totali (medie)	mm	35.9	38.2	42.2	57.7	70.3	67.4	44.2	82.2	73.8	82.0	112.4	45.8	752.2
Numero di giorni con precipitazioni ≥ 1 mm	days	4.7	4.5	5.4	7.2	8.4	6.6	4.5	5.5	5.1	6.6	8.3	5.7	72.3
Media giornaliera delle temperature massime	°C	7.3	10.0	15.5	19.3	23.9	28.1	30.7	29.9	25.5	19.0	12.4	7.4	19.1
Media giornaliera delle temperature minime	°C	-0.4	0.6	4.4	8.4	12.8	17.2	19.3	18.8	14.9	10.2	5.3	0.6	9.3
Media giornaliera delle temperature	°C	3.2	5.2	9.9	13.8	18.5	22.7	25.1	24.4	19.9	14.4	8.7	3.9	14.2

Tabella 2-1 Dati climatici normali per Zibido San Giacomo basati sul dataset 1991-2020 (usando i dati disponibili per l'Aeroporto di Milano Linate)

2.2 Panoramica dei futuri modelli climatici

L'*International Panel on Climate Change* (IPCC) definisce il cambiamento climatico come una "variazione nello stato del clima che può essere identificato (ad esempio utilizzando test statistici) da cambiamenti nella media e/o nella variabilità delle sue proprietà e che si verifica per un periodo prolungato, generalmente decenni o più". Il cambiamento climatico può verificarsi a causa di processi interni naturali o forzanti esterne, tra cui le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche e i cambiamenti antropici persistenti legati alle emissioni di gas serra (GHG) (IPCC, 2019). Le emissioni di GHG influenzano il clima terrestre aumentando la quantità di calore intrappolato vicino alla superficie, che contribuisce a mantenere una temperatura più calda di quella che si avrebbe altrimenti (Nasa, 2013).

A causa delle incertezze associate alla proiezione dei cambiamenti futuri del clima, viene utilizzato un approccio basato su scenari per caratterizzare differenti futuri plausibili e per illustrare gli impatti che diverse traiettorie di sviluppo globale e di emissioni di GHG hanno sul clima (World Bank Group, 2021).

In particolare, nel Quinto Rapporto di Valutazione sui Cambiamenti Climatici (AR5) pubblicato dall'IPCC (2014), le simulazioni climatiche ad alta risoluzione si riferiscono a quattro scenari diversi di concentrazioni di gas serra, aerosol e gas chimicamente attivi, che sono definiti come 'RCP - Representative Concentration Pathways'. Gli RCP - RCP2.6, RCP4.5, RCP6 e RCP8.5 - sono etichettati come un intervallo possibile di valori di forzante radiativo nell'anno 2100 (rispettivamente 2,6, 4,5, 6 e 8,5 W/m²).

Lo scenario di mitigazione più rigido è RCP1.9, che corrisponde a una forzante radiativa di 1,9 W/m² entro il 2100. Questo percorso è progettato per allinearsi con l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura media globale a 1,5°C sopra i livelli pre-industriali. RCP2.6, un altro scenario di mitigazione significativa, è associato a un forzante radiativo di 2,6 W/m² e prevede misure di riduzione delle emissioni aggressive per limitare significativamente il riscaldamento globale. Gli scenari intermedi includono RCP4.5 e RCP6.0, con livelli di forzante radiativa di 4,5 W/m² e 6,0 W/m², rispettivamente. RCP4.5 prevede politiche di mitigazione moderate che portano a un picco delle emissioni intorno alla metà del secolo, seguito da un calo. Al contrario, RCP6.0 segue una traiettoria di riduzione ritardata delle emissioni, risultando in un potenziale di riscaldamento maggiore rispetto a RCP4.5.

Lo scenario RCP8.5 rappresenta il percorso ad alte emissioni e alto riscaldamento, caratterizzato da una forzante radiativa di 8,5 W/m². Questo scenario prevede una continua dipendenza dai combustibili fossili, una minima implementazione delle politiche climatiche e un aumento persistente delle emissioni di gas serra durante tutto il XXI° secolo, serve come limite superiore per valutare gli impatti climatici e socio-ambientali più gravi in assenza di sforzi significativi di mitigazione.

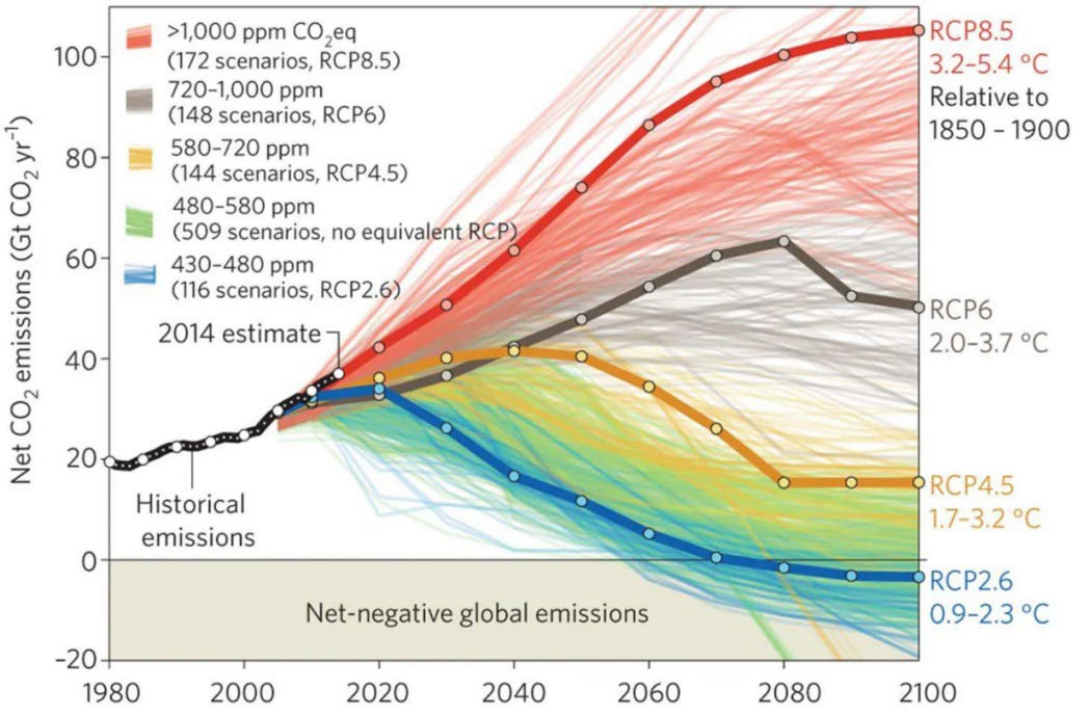

Figure 2-1 Emissioni globali nette di gas serra (CO2 equivalente per anno) nello stato attuale e futuro per gli scenari di Representative Concentration Pathways (RCP) (basato sul rapporto di sintesi AR5: Cambiamenti climatici 2014, IPCC, 2019)

L'ultimo Rapporto dell'IPCC, il Sesto Rapporto di Valutazione (AR6), rilasciato il 9 agosto 2021, ha dichiarato che le attività umane, principalmente attraverso le emissioni di GHG, hanno inequivocabilmente causato il cambiamento climatico attraverso l'aumento della temperatura superficiale globale (IPCC, 2023). Le attività umane generano principalmente emissioni di GHG attraverso l'utilizzo di combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale), l'agricoltura, la deforestazione e i cambiamenti nell'uso del suolo. L'entità con cui il cambiamento climatico continuerà a evolversi in futuro dipenderà principalmente dalla quantità di emissioni di GHG (World Bank Group, 2023).

Il Sesto Rapporto di Valutazione sui Cambiamenti Climatici (AR6), ha introdotto un nuovo quadro per le proiezioni future noto come *Shared Socioeconomic Pathways* (SSP). Mentre gli RCP delineano le traiettorie delle emissioni di gas serra che portano a diverse concentrazioni atmosferiche, gli SSP comprendono un ampio spettro di fattori socioeconomici – tra cui tendenze demografiche, sviluppo economico, progressi educativi, urbanizzazione e progressi tecnologici – che influenzano i futuri livelli di emissioni. Integrando questi elementi, gli SSP offrono una narrazione completa che delinea i potenziali percorsi verso specifici risultati di riscaldamento globale.

Esistono cinque scenari SSP-RCP ('SSPX-Y'), ciascuno con un set di ipotesi narrative e traiettorie di emissioni diverse. Gli SSP vanno da "emissioni molto basse" (SSP1-1.9), "basse" (SSP1-2.6) e "intermedie - Middle of the Road " (SSP2-4.5) a "alte - Regional Rivalry " (SSP3-7.0) e "molto alte - Fossil-fueled Development" (SSP5-8.5). Questi scenari sono stati progettati per coprire uno spettro di scenari futuri potenziali, considerando come le tendenze socioeconomiche potrebbero influenzare il livello di forzante radiativo – misurato come il grado in cui i GHG nell'atmosfera contribuiscono al riscaldamento o al raffreddamento del clima – entro l'anno 2100 (Verschuur et al. 2020, Voskaki et al. 2020).

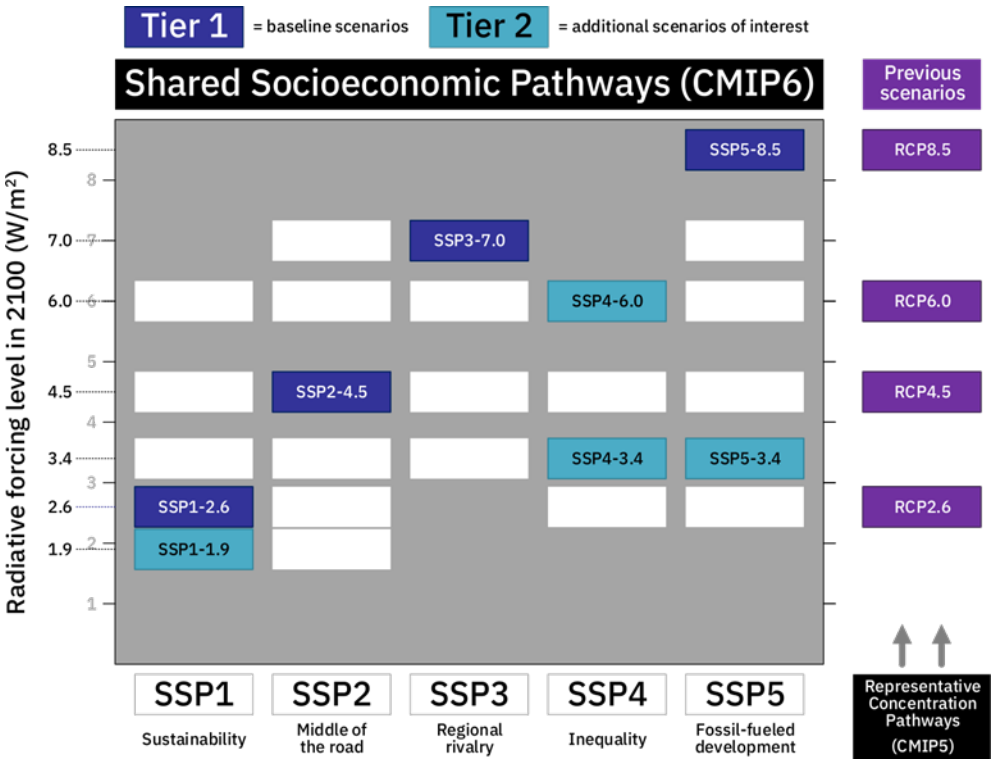

Figura 2-2 Matrice che rappresenta tutte le possibili combinazioni di SSP e forzante radiativa, con codifica colore per mostrare la priorità di ciascuno scenario per il progetto Scenario MIP. Gli scenari di Livello 1 sono SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 e SSP5-8.5. Tre degli scenari Livello 1 sono versioni aggiornate degli scenari RCP precedenti del CMIP5 (RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5) per facilitare il confronto tra le proiezioni del CMIP5 e del CMIP6. Gli scenari di Livello 2 sono SSP1-1.9, SSP4-6.0, SSP4-3.4 e SSP5-3.4. Nelle etichette degli scenari SSP, il primo numero si riferisce al percorso socio-economico e il secondo alla forzante radiativa globale efficace (ERF) approssimativa nel 2100. Ad esempio, 'SSP1-1.9' è uno scenario che combina SSP1 con una forzante radiativa di 1.9 W m-2 nel 2100 (RCP1.9)

La seguente Figura 2-3 mostra il cambiamento medio globale della temperatura proiettato per ciascuno degli scenari SSP fino a fine del secolo. SSP5-8.5 e SSP3-7.0 rappresentano scenari di emissioni di gas serra molto elevate, rispettivamente, con emissioni di CO2 che raddoppiano approssimativamente rispetto ai livelli attuali entro il 2050 (SSP5-8.5) e il 2100 (SSP3-7.0). Lo scenario SSP2-4.5 rappresenta una situazione intermedia, in cui le emissioni di CO2 rimangono nell'intorno dei livelli attuali fino a metà secolo prossimo. Gli scenari SSP1-2.6 e SSP1-1.9 indicano invece livelli bassi e molto bassi di emissioni di gas serra, rispettivamente, con le emissioni di CO2 che scendono a zero intorno al 2050 (SSP1-1.9) e al 2070 (SSP1-2.6), seguite da livelli variabili di emissioni negative nette di CO2 (IPCC, 2019).

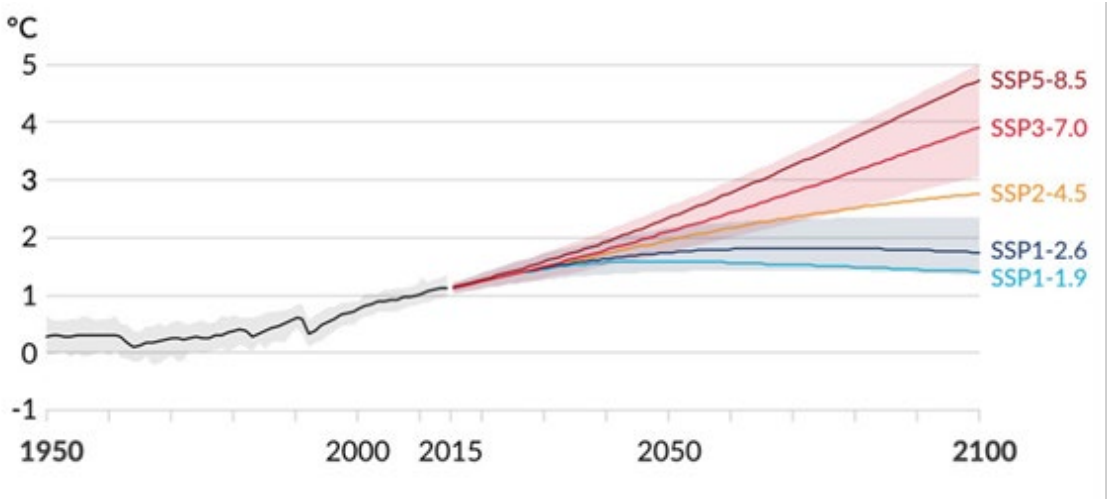

Figura 2-3 Variazione delle temperature superficiali medie globali previste in ciascuno dei cinque scenari

Le linee guida tecniche della Commissione Europea indicano che, ai fini delle applicazioni pratiche nella verifica della resilienza climatica, l'RCP 4.5 potrebbe essere preferibile per le proiezioni fino a circa il 2060.

Tuttavia, vi è ormai consenso sul fatto che, per gli anni successivi, l'RCP 4.5 potrebbe sottostimare i cambiamenti, soprattutto se le emissioni di gas serra risultassero superiori alle previsioni. Pertanto, per le attuali proiezioni fino al 2100, è più pertinente utilizzare gli scenari RCP 6.0 e RCP 8.5. Quest'ultimo, tuttavia, è considerato più elevato rispetto agli scenari attuali e invariati e viene quindi definito "pessimistico". L'utilizzo di questo evidenzia chiaramente le conseguenze estreme del cambiamento climatico: calcolare i rischi futuri su questa base offre, dunque, un ampio margine di sicurezza. D'altra parte, le soluzioni di adattamento basate su un futuro climatico definito dall'RCP 8.5 potrebbero in alcuni casi comportare interventi più rilevanti del necessario. Per questo motivo, è vantaggioso adottare un approccio di "gestione adattativa" e di resilienza. Ciò significa progettare e investire in soluzioni di adattamento il più flessibili possibile, monitorare regolarmente gli effetti osservati del cambiamento climatico – ad esempio, attraverso un nuovo studio ogni cinque anni – e aggiornare, di conseguenza, il piano di adattamento.

3. Fase di preparazione (Fase 0)

La valutazione del rischio climatico si basa sulle seguenti ipotesi:

- La vita utile del progetto è di 50 anni. Il Regolamento Delegato della Commissione (UE 2021/2139) distingue tra due periodi temporali: uno fino a dieci anni e uno superiore ai dieci anni. Per i progetti con una durata prevista superiore ai dieci anni, la valutazione viene effettuata utilizzando proiezioni climatiche basate sull'intera gamma di scenari futuri esistenti, in linea con la vita utile del progetto.

- Il clima futuro viene valutato combinando due orizzonti temporali futuri e scenari di emissione. Gli orizzonti temporali considerati sono il "medio termine" e il "lungo termine". Questo consente di focalizzare l'analisi su tre momenti nel tempo: il periodo di riferimento (1991-2020, variabile a seconda del dataset utilizzato), la metà del secolo (2041-2060) e la fine del secolo (2081-2100). Vengono considerati due scenari di emissione: SSP2-4.5 e SSP5-8.5 o RCP4.5 e RCP8.5 (a seconda del dataset impiegato), rappresentando rispettivamente gli "medium and worst-case scenarios", come raccomandato dalle Linee Guida Tecniche della Commissione Europea.

- La valutazione viene condotta considerando i componenti rilevanti del progetto. I componenti progettuali presi in esame per questo studio sono elencati nella

Temi	Componenti
Struttura principale e secondaria	Fondazioni
	Colonne
	Travi
	Copertura
	Pipe rack
	Piastra di Fondazione per l'area generatori
	Torri di emissione dei generatori
Architettura e component non strutturali	Passerelle di servizio DH
	Supporto per soffitti e pareti divisorie nell'area di amministrazione
	Supporto per lamelle, serrande e attuatori
	Facciate
	Scaffalature DH
	Pareti divisorie
	Parapetti della copertura
Impianti meccanici	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACC)
	Unità di trattamento dell'aria (DAHU)
	Ventole di estrazione (EF)
	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)
	Sembatoio di stoccaggio dell'acqua (ST)
	Pompe di distribuzione dell'acqua (P)
	Pompe del carburante
	Serbatoi di stoccaggio del carburante
	Serbatoi sottogruppo dei generatori
Impianti elettrici	Trasformatori HV/MV
	Trasformatori MV/LV
	Quadri HV
	Quadri MV
	Quadri LV
	Gruppo di continuità (UPS)
	Generatori diesel (DG)
	Pannelli PV
	Raks per server
Utenti	Accessibilità
	Salute e sicurezza

- Tabella 3-1.

Tabella 3-1 Temi e componenti del progetto

4. Screening dei pericoli (Fase 1)

La valutazione della Fase 1 adotta un approccio binario e conservativo per determinare la presenza di pericoli nel sito e il loro potenziale impatto sulle prestazioni del data centre. I pericoli identificati come presenti e in grado di compromettere l'integrità o la funzionalità della struttura vengono poi selezionati per l'analisi della Fase 2 (Capitolo 5).

Per stabilire quali pericoli debbano essere inclusi nella valutazione del rischio climatico in base alla loro occorrenza spaziale, è stata applicata la seguente domanda guida:

Il pericolo climatico è presente nell'area di studio? (Sì/No)

I pericoli per i quali la risposta è stata "No" sono stati esclusi dalla successiva analisi. Quelli identificati come presenti e potenzialmente in grado di influire sull'integrità o sulla funzionalità della struttura sono passati alla seguente domanda:

Qualcuno dei componenti del data centre verrebbe influenzato negativamente se si verificasse il pericolo? (Sì/No)

I risultati di questa fase di screening sono presentati nella Tabella 4-1. Maggiori dettagli su questa valutazione sono forniti nell'Allegato I.

Tabella 4-1 Tabella riassuntiva dei pericoli significativi in base alla loro occorrenza spaziale e al potenziale impatto. I pericoli non presenti nel sito sono esclusi dalla considerazione riguardo ai loro potenziali effetti sul progetto.

Pericolo		Possibile pericolo? (Sì/No)	Danno significativo? (Sì/No)	Valutazione dettagliata del rischio climatico?
Legato alle temperature				
Cronico	Variazione della temperatura	Sì	No	No
	Variabilità della temperature	No	No	No
	Stress da calore	Sì	No	No
	Scioglimento del permafrost	No	No	No
	Aumento delle radiazioni UV	No	No	No
Acuto	Ondate di calore	Sì	Sì	Sì
	Ondate di freddo/gelo	No	No	No
	Incendi	Sì	Sì	Sì
	Variazione dell'umidità	No	No	No
Legato all'acqua				
Cronico	Modifica del regime e del tipo di precipitazioni - precipitazioni	Sì	No	No
	Modifica del regime e del tipo di precipitazioni - grandine	No	No	No
	Modifica del regime e del tipo di precipitazioni – neve/ghiaccio	No	No	No
	Variabilità delle precipitazioni	No	No	No
	Stress idrico	Sì	Sì	Sì
	Riduzione dei livelli delle acque superficiali e sotterranee	No	No	No
	Riduzione della qualità dell'acqua – acque sotterranee	Sì	No	No

Pericolo		Possibile pericolo? (Sì/No)	Danno significativo? (Sì/No)	Valutazione dettagliata del rischio climatico?
	Riduzione della qualità dell'acqua – acque superficiali	No	No	No
	Acidificazione degli oceani	No	No	No
	Riduzione della qualità delle acque marine	No	No	No
	Innalzamento del livello del mare	No	NA	No
Acuto	Inondazioni – pluviali, acque sotterranee	Sì	Sì	Sì
	Allagamenti fluviali	No	NA	No
	Siccità	Sì	No	No
	Forti precipitazioni - acqua	Sì	No	No
	Forti precipitazioni - grandine	Sì	Sì	Sì
	Forti precipitazioni - neve	Sì	Sì	Sì
	Forti precipitazioni - ghiaccio	Sì	No	No
	Inondazioni costiere	No	NA	No
	Tempesta	No	NA	No
	Collasso dei laghi artificiali	No	NA	No
	Intrusione salina	No	No	No
Legato al vento				
Cronico	Cambiamento del regime eolico	No	No	No
Acuto	Tempeste (comprese neve, polvere o sabbia)	Sì	Sì	Sì
	Tornado	Sì	Sì	Sì
	Ciclone, uragano, tifone e medicane	No	Sì	No
Legato al suolo				
Cronico	Degrado del suolo	No	No	No
	Erosione del suolo	No	No	No
	Soliflux	No	NA	No
	Frane	No	NA	No
	Erosione costiera	No	NA	No
Acuto	Subsidenza	No	NA	No
	Valanghe	No	NA	No

5. Analisi dettagliata del rischio climatico (Fase 2)

5.1 Metodologia

La Fase 2A considera solo i pericoli ritenuti rilevanti nella Fase 1 (cioè, quelli evidenziati nella terza colonna della Tabella 4-1) e fornisce una valutazione più dettagliata del rischio potenziale. L'analisi è sviluppata in tre fasi, descritte brevemente di seguito:

1. **Analisi di probabilità (o analisi di pericolosità)** per determinare la probabilità che i pericoli climatici identificati si verifichino, considerando sia lo scenario attuale che le proiezioni climatiche future.
2. **Analisi dell'impatto (o analisi di vulnerabilità)** per definire la suscettibilità degli asset sotto analisi a subire danni fisici e non fisici a seguito della manifestazione di un pericolo, insieme alle possibili perdite economiche e infortuni.
3. **Valutazione del rischio**, che combina le analisi di pericolosità e dell'impatto per definire il livello di rischio associato a ciascun asset per ogni pericolo considerato negli scenari attuali e futuri.

5.2 Dataset adottato per l'analisi di pericolosità

È stata condotta una revisione approfondita dei modelli climatici disponibili e dei portali per le analisi dei pericoli. La Tabella 5-1 riassume i principali portali delle fonti utilizzate per la raccolta dati nella valutazione dei pericoli, riportando informazioni sui modelli climatici, gli scenari di riferimento e climatici, nonché la fonte della risoluzione.

Tabella 5-1 Riassunto delle fonti consultate per le analisi di pericolosità

Origine dei dati	Pericolo	Descrizione del modello climatico	Commenti
Attuale: Stazione meteoclimatica ARPA" Lacchiarella v. Molise" Futura: Atlante IPCC (Euro-CORDEX)	Ondata di calore	Modello: EURO-cordex Scenario: RCP (AR5) Risoluzione spaziale:12.5 km Riferimento: 1980-2010	I dati della stazione Lacchiarella station, v. Molise, vanno dal 15/09/1998 al 01/01/2024. I dati dell'IPCC Atlas, derivati dal modello Euro-CORDEX, si basano sul periodo di riferimento di 30 anni dal 1980 al 2010.
Acquedotto 4.0 [4]	Stress idrico	Modello: PCR-GLOBWB 2 Scenario: SSP (AR6) HYPFLOWSCI6 Risoluzione spaziale: Sottobacino idrologico (HydroBASINS 6) - 10 km Riferimento: 1979 - 2019	Gli indicatori hanno un valore aggiunto limitato su scala locale. L'indicatore di stress idrico non considera esplicitamente i requisiti di flusso ambientale, la qualità dell'acqua o l'accesso all'acqua.
Servizio Copernicus per i cambiamenti climatici	Incendi	Modello: EURO-cordex Scenario: RCP (AR5) Risoluzione spaziale:12.5 km Riferimento:1970-2005	I dati si basano sul periodo dal 1970 al 2005. I valori sono su scala regionale.

[4] https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/

Origine dei dati	Pericolo	Descrizione del modello climatico	Commenti
Fathom	Alluvione pluviale	Modello: CMIP6 Scenario: SSP (AR6) Risoluzione spaziale: 30m Riferimento: 2020	Sono state consultate le mappe delle piene pluviali, che si basano sul modello digitale di elevazione (DEM) globale con risoluzione di 30 m.
Record di nevicate di Seriano (MI)	Forti precipitazioni - Neve	Serie di nevicate dalla Stazione di Seriano.	La serie di nevicate copre il periodo dal 2000 al 2021. La stazione meteorologica si trova a circa 18 km dal sito di studio.
Raupach et al, 2021 24F5 Radler et al, 2019 25F6	Forti precipitazioni (Grandine)	Modello: EURO-cordex Scenario: RCP (AR5) Risoluzione spaziale: 50 km Riferimento: 1971-2000	Grandi incertezze negli scenari climatici e/o dati disponibili limitati.
Attuale: Norme tecniche per le costruzioni, Capitolo 3.3 Azioni di vento, 2018 Futuro: Raffa et al. (2023) accessibile tramite CMCC Foundation, portale DataClime	Tempesta di vento	Modello: COSMO CLM Scenario: RCP Risoluzione spaziale: 2.2 km Riferimento (non utilizzato nel presente studio): 1981-2005	La mappa del vento per il clima attuale è ottenuta da un'analisi dei documenti storici. I dati per i venti futuri sono ottenuti dal portale CMCC DateClimate.
Antonescu, 201427F7 Miglietta e Matsangouras, 2018 Groenemeijer & Kühne, 2014	Tornado	Dati storici	I dati di tutte le pubblicazioni sono tratti dalla banca dati europea sulle condizioni meteorologiche avverse [8]

5.3 Risultati

5.3.1 Analisi di pericolosità

I pericoli identificati durante la Fase 1 (screening) sono stati analizzati in modo più dettagliato in conformità con le Linee Guida Tecniche della Commissione Europea. È stato stabilito un metodo strutturato per analizzare i pericoli climatici, valutando la loro occorrenza (cioè la probabilità di osservare almeno un evento durante la vita utile del progetto, P(50)) o utilizzando soglie quantitative. Il risultato è quindi classificato in un livello di pericolo. Sono state utilizzate cinque livelli, che vanno da molto basso a molto alto.

La Tabella 5-2 mostra la descrizione della probabilità associata a ciascun livello di pericolo. La Tabella 5-3 presenta per ciascuna variabile usata per classificare il pericolo, le soglie adottate per la classificazione. In particolare, quando si utilizza l'approccio della probabilità, vengono adottate le soglie suggerite dal Rapporto Speciale dell'IPCC su Oceano e Criosfera in un Clima che Cambia[9].

Infine, la Tabella 5-4 riassume i risultati dell'analisi di pericolosità. L'analisi dettagliata di ciascun pericolo è presentata nell'Allegato II.

[5] Raupach et. al, 2021. https://www.nature.com/articles/s43017-020-00133-9

[6] Rädler, A.T., Groenemeijer, P.H., Faust, E. et al. Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability. npj Clim Atmos Sci 2, 30 (2019). https://doi.org/10.1038/s41612-019-0083-7

[7] https://bogdanantonescu.net/blog/2014/9/18/tornadoes-in-europe (Accessed November 2024)

[8] https://eswd.eu/

[9] https://www.ipcc.ch/srocc/ (Accessed November 2024)

Tabella 5-2 Classificazione del pericolo in base alla probabilità di accadimento

Classificazione del pericolo	Descrizione della probabilità
Molto basso	Il verificarsi del pericolo durante la vita dell'attività è considerato molto improbabile.
Basso	Il verificarsi del pericolo durante la vita utile dell'attività è considerato improbabile.
Moderato	È possibile che il pericolo si verifichi nel sito del progetto durante la vita utile del progetto.
Alto	È probabile che il pericolo si verifichi nel sito in cui si trova il progetto durante la vita utile del progetto.
Molto alto	Il verificarsi del pericolo durante la vita utile è considerato molto probabile.

Tabella 5-3 Classificazione dei pericoli adottati nel presente studio

Pericolo	Onda di calore	Precipitazioni intense - grandine	Precipitazioni intense - neve	Tempesta di vento	Incendi	Stress idrico	Alluvione – pluviale	Tornado
Variabile di pericolo	≥3 giorni consecutive con Tmax ≥ 35 °C	Grandinata con chicchi ≥5cm di diametro	Precipitazioni nevose in un giorno ≥20 cm	Velocità del vento superiore a 103 km/h per 10 min (tempesta violenta)	Indice metereologico medio dgli incendi (FWI)	Indice di stress idrico (in %)	Profondità dell'acqua (in cm) in relazione all'evento di piena per un periodo di ritorno di 100 anni	Numero medio annuo di tornado per 10,000 km^2
Classificazione	**Probabilità di Occorrenza, P(50)**				**Soglia**			
Molto basso	< 10%				< 5.2	< 10	< 25	> 0.5
Basso	< 33%				< 11.2	Da 10≤ a <20	Da 25 ≤ a < 50	Da 0.5 a <1
Medio	Da 33% a 66%				Da 11.2 ≤ a < 21.3	Da 20≤ a <40	Da 50 ≤ a < 75	Da 1 a <2
Alto	Da 66% a 90%				Da 21.3 ≤ a < 38	Da 40≤ a <80	Da 75 ≤ a < 100	Da 2 a <3
Molto alto	> 90%				≥ 38	≥ 80	≥ 100	>3

Tabella 5-4 Riepilogo dei risultati dei pericoli

Pericolo		Variabile di pericolo	Metodo di classificazione adottato	Attuale	SSP2-4.5	SSP5-8.5	SSP2-4.5	SSP5-8.5
					2050	2050	2100	2100
Temperature								
Ondata di calore	Acuto	≥3 giorni consecutive con Tmax ≥ 35 °C	Occorrenza P (50)	100%	100%	100%	100%	100%
Incendi	Acuto	Indice metereologico medio degli incendi (FWI)	Soglia	11.12	13.75	14.55	14.55	17.33
Acqua								
Stress idrico	Cronico	Indice di stress idrico (WSI)	Soglia	10-20%	10-20%	10-20%	10-20%	20-40%

Pericolo		Variabile di pericolo	Metodo di classificazione adottato	Attuale	SSP2-4.5 2050	SSP5-8.5 2050	SSP2-4.5 2100	SSP5-8.5 2100
Precipitazioni intense - neve	Acuto	Precipitazioni cumulative di neve in 1 giorno ≥20 cm	Occorrenza P (50)	100%	100%	100%	100%	100%
Precipitazioni intense – grandine 5 cm	Acuto	Grandinata con elementi di diametro ≥5cm	Occorrenza, P (50)	29.5%	-	-	38.7%	46.7%
Alluvione - pluviale	Acuto	Profondità dell'acqua (in cm) in relazione all'evento di piena per un periodo di ritorni di 100 anni	Soglia	53	53	53	53	54
Vento								
Tempesta di vento	Acuto	Velocità del vento superiore a 103 km/h per 10 minuti (tempesta violenta)	Occorrenza, P (50)	20%	20%	20%	20%	20%
Tornado	Acuto	Numero medio annuo di tornado per 10,000 km^2	Soglia	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2

5.3.2 Analisi della vulnerabilità

L'analisi dell'impatto (cioè, la valutazione della vulnerabilità) fornisce per i diversi componenti del progetto una valutazione qualitativa dell'impatto potenziale dei pericoli in vari ambiti (danno fisico, perdita finanziaria, interruzione dell'attività, sicurezza e salute, ecc.).

Una descrizione e valutazione dell'impatto potenziale di un pericolo climatico sui componenti del progetto è presentata nella Tabella 5-5. Gli impatti sono definiti qualitativamente attraverso diversi livelli di vulnerabilità, da molto basso a molto alto.

L'analisi dettagliata per ciascun componente è descritta nell'Allegato III. La tabella sottostante riassume l'analisi della vulnerabilità per ciascun componente (cioè rappresenta il livello massimo tra i componenti all'interno di ciascun tema).

Tabella 5-5 Valutazione indicative per valutare il potenziale impatto di un rischio climatico sui componenti del progetto

Valutazione d'impatto	Descrizione
N/A	Il pericolo non è applicabile al componente
Molto basso	– Nessun danno agli elementi strutturali e non strutturali – Nessun ferito/vittima – Nessuna limitazione all'operatività – Nessuna perdita economica – Nessun disagio per gli utenti dell'edificio
Basso	– Nessun danno strutturale e danni trascurabili agli elementi non strutturali – Nessun ferito/vittima – Nessun impatto o impatto lieve sull'utilizzabilità complessiva dell'opera. L'evento avverso può essere risolto grazie all'adozione di azioni di continuità aziendale – Perdite economiche limitate – Disagio nullo/limitato per gli utenti dell'edificio
Medio	– Danni limitati agli elementi strutturali e non strutturali – Feriti lievi, nessuna vittima – Impatto moderato sull'utilizzo complessivo dell'opera, che richiede ulteriori azioni di continuità operativa di emergenza – Perdite economiche moderate
Alto	– Danni estesi a elementi strutturali e non strutturali – Feriti gravi o multipli/ nessuna vittima – Impatto importante sull'utilizzo complessivo dell'opera. Richiede azioni straordinarie/di emergenza per la continuità operativa; – Perdite economiche significative
Molto alto	– Collasso degli elementi strutturali e non strutturali – Possibili vittime – Risorse non utilizzabili – Gravi perdite economiche

Tabella 5-6 Sintesi dell'analisi d'impatto

Pericolo (tassonomia EU)	Vulnerabilità STR	Vulnerabilità ARCH-NSC	Vulnerabilità MEP	Vulnerabilità degli utenti	Livello di vulnerabilità globale
Ondata di calore	Molto basso	Molto basso	Medio	Molto basso	Basso
Incendio	Basso	Alto	Molto alto	Alto	Alto
Stress idrico	NA	NA	Medio	Basso	Basso
Precipitazioni intense - grandine	Molto basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Precipitazioni intense - neve	Molto basso	Molto basso	Basso	Basso	Basso
Alluvione - pluviale	Molto basso	Medio	Alto	Alto	Medio
Tempesta di vento	Basso	Basso	Medio	Medio	Medio
Tornado	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto

5.3.3 Valutazione del rischio

Per definire il livello di rischio, è necessario combinare i risultati della valutazione dei pericoli con l'impatto conseguente sul progetto (cioè, la valutazione della vulnerabilità). Per questo studio, è stata utilizzata la classificazione mostrata nella matrice della Tabella 5-7, che definisce un totale di cinque classi di rischio: molto basso, basso, medio, alto e molto alto.

Tabella 5-7 Matrice del rischio adottata in questo studio

		Impatto				
		Molto Basso	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Pericolo	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Basso	Medio	Medio
	Basso	Molto Basso	Basso	Medio	Medio	Alto
	Medio	Basso	Basso	Medio	Alto	Alto
	Alto	Basso	Medio	Alto	Alto	Molto alto
	Molto alto	Basso	Medio	Alto	Molto alto	Molto alto

Un riepilogo dei risultati della valutazione del rischio è fornito nella Tabella 5-8. Quando il risultato del rischio è uguale o superiore al "livello medio", il rischio viene considerato inaccettabile e vengono quindi fornite le misure di adattamento al cambiamento climatico appropriate (Sezione 6.4).

Tabella 5-8 Valutazione del rischio considerando gli scenari climatici attuali e futuri

Tassonomia UE dei pericoli	Pericolo attuale	Pericolo 2050 – SSP2-4.5	Pericolo 2050 – SSP5-8.5	Pericolo 2100 - SSP2-4.5	Pericolo 2100 - SSP5 - 8.5	Vulnerabilità	Rischio attuale	Rischio 2050 – SSP2-4.5	Rischio 2050 - SSP5-8.5	Rischio 2100 - SSP2-4.5	Rischio 2100 - SSP5-8.5
Ondata di calore	Molto alto	Molto alto	Molto alto	Molto alto	Molto alto	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Incendio	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Stress idrico	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Precipitazioni intense - grandine	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Precipitazioni intense - neve	Molto alto	Molto alto	Molto alto	Molto alto	Molto alto	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Alluvione - pluviale	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Tempesta di vento	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Tornado	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

5.4 Sintesi dei risultati della valutazione dettagliata dei rischi

I risultati della valutazione del rischio mostrano che, per i quattro temi identificati in questo progetto e negli scenari climatici attuali e futuri, il rischio è valutato come:

- **Basso** per: stress idrico e precipitazioni intense - grandine;
- **Medio** per: ondata di calore, incendi (per lo scenario attuale), alluvione pluviale, precipitazioni intense nevose e tempeste di vento;
- **Alto** per: incendio (per lo scenario climatico futuro) e tornado.

6. Adattamento ai cambiamenti climatici

La Fase 2B ha l'obiettivo di proporre potenziali misure di adattamento per ridurre i rischi climatici identificati come significativi per il progetto. Questi includono quelli classificati come Medio, Alti o Molto Alti secondo l'analisi dettagliata della valutazione del rischio. Le Linee Guida Tecniche della Commissione Europea richiedono che vengano identificate misure di adattamento per i rischi significativi, al fine di ridurli a un livello "accettabile".

6.1 Identificazione delle possibili misure di adattamento

Secondo le normative europee e in conformità con il principio DNSH (*Do No Significant Harm*) sull'adattamento al cambiamento climatico, per le nuove attività e le attività esistenti che utilizzano beni fisici di nuova costruzione, l'obiettivo è integrare soluzioni di adattamento che possano contribuire a ridurre i rischi climatici più importanti identificati al momento della progettazione, della costruzione e successivamente nella sua gestione.

Le soluzioni sono state identificate sulla base della revisione dei rischi e degli impatti potenziali individuati come parte della valutazione del rischio climatico. È stata suggerita una lista di misure potenziali che potrebbero ridurre i rischi identificati per ciascun sistema edilizio e per l'edificio nel suo complesso. Queste soluzioni sono state identificate basandosi sul giudizio ingegneristico, su documenti di pratiche virtuose (ad esempio, Commissione Europea, FEMA), e considerando i seguenti ambiti:

a. Misure strutturali, comprese soluzioni progettuali tecniche e soluzioni basate su aspetti naturali (*nature-based solutions*);

b. Misure non strutturali, comprese soluzioni di gestione del lavoro, monitoraggio del cambiamento climatico, piani di contingenza, gestione del rischio e pianificazione delle operazioni.

6.2 Fattori limitanti

La valutazione delle potenziali misure di adattamento è limitata da:

i. **Disponibilità e risoluzione dei dati climatici.** La limitazione dei dati disponibili al momento dello studio, riguardanti sia i pericoli attuali che l'attribuzione scientifica degli effetti del cambiamento climatico sui pericoli futuri, rende significativa l'incertezza riguardo all'impatto potenziale del cambiamento climatico.

ii. **Incertezze legate agli scenari futuri**, comprese quelle significative, insite nella pratica di sviluppare scenari climatici futuri. Si raccomanda una strategia efficace di monitoraggio del cambiamento climatico e un aggiornamento regolare dell'analisi del rischio e del piano di adattamento.

iii. **Aggiornamenti nel Progetto edilizio.** La natura in continua evoluzione del progetto significa che questo è in costante aggiornamento. Nello sviluppare un elenco di potenziali misure di adattamento, l'elaborato in oggetto suggerisce opzioni che potrebbero essere considerate dal team di progettazione, basandosi sulle informazioni più recenti disponibili. Riconosce che alcune delle misure proposte potrebbero essere già state implementate, considerate e scartate, o non fattibili in base al progetto più recente per ciascuna disciplina.

6.3 Valutazione delle misure di adattamento

Per valutare le misure di adattamento nelle aree sopra menzionate, dovrebbero essere considerati i seguenti principi guida:

- **Principio 1. Conformità con il quadro normativo e regolatorio esistente**. Le normative di progettazione esistenti sono una priorità e devono essere rispettate. È fondamentale garantire che le normative siano soddisfatte, e che le soluzioni che possono comportare una riduzione del rischio vengano valutate come appropriate, considerando che, come visto, il cambiamento climatico aumenterà i profili di pericolo e rischio per le infrastrutture.

- **Principio 2. Riesaminare le misure alla luce del "livello di rischio accettabile"**. Tenendo presente la necessità di considerare le migliori opzioni possibili per ridurre il rischio nella progettazione, si considera che alcuni rischi (in presenza di incertezze attuali sul cambiamento climatico e le implicazioni economiche) siano accettabili per gli elementi non essenziali del progetto, per i quali i costi delle misure di adattamento sarebbero superiori ai benefici della riduzione del rischio. In alcuni casi, la soluzione migliore potrebbe essere accettare che una sovrastruttura o un'infrastruttura non essenziale subiscano danni minori (e comunque non catastrofici). Questo principio non può in nessun caso contraddire i principi di sicurezza, come ovviamente previsto nel quadro normativo e regolatorio.
- **Principio 3. Prioritizzare l'approccio adattabile**. Prioritizzare soluzioni che possano adattarsi dinamicamente alle nuove condizioni climatiche, e che possano essere implementate nel tempo o progressivamente.
- **Principio 4. Approccio resiliente**. L'approccio resiliente integra l'approccio di riduzione e prevenzione del rischio richiesto dal DNSH, poiché fornisce soluzioni flessibili per far fronte a eventi estremi. Inoltre, l'approccio resiliente favorisce soluzioni sistemiche, con benefici multipli, come soluzioni che avvantaggiano il territorio (ad esempio, attraverso una gestione virtuosa delle risorse idriche).
- **Principio 5. Prioritizzare misure "senza o con pochi rimpianti"**. Data l'incertezza significativa insita nella pratica degli scenari futuri e nei diversi impatti futuri del cambiamento climatico, le misure di adattamento dovrebbero avere un effetto positivo probabile sull'edificio, basandosi sulle migliori conoscenze scientifiche attuali sugli effetti del cambiamento climatico. Se gli scenari futuri dovessero risultare in eventi di pericolo di intensità maggiore o minore, gli impatti positivi dovrebbero comunque mantenersi.
- **Principio 6. Principio DNSH**. Le soluzioni pianificate non dovrebbero avere un impatto negativo sul territorio, sugli asset e sulle persone indirettamente coinvolte. Non dovrebbero portare a “inadeguatezze” che aumentino il rischio di risultati climatici avversi, nello stato attuale o futuro. La Commissione fornisce come esempio un "progetto di una diga che potrebbe aumentare il rischio di alluvioni nelle vicinanze".

Applicando questi principi e fattori, vengono proposte diverse misure per ridurre i rischi legati a ciascuno dei pericoli identificati, classificati come Medio, Alto o Molto Alto.

6.4 Possibili misure di adattamento

Di seguito viene riportata una selezione di ulteriori misure di adattamento, già incorporate durante la fase di progettazione oppure legate ad attività di manutenzione e preparazione.

6.4.1 Ondate di calore

Le ondate di calore potrebbero influire sul comfort e sulla sicurezza degli utenti dell'edificio e potrebbero danneggiare i sistemi ed i materiali esterni dell'edificio esposti a temperature estreme prolungate. Per quanto riguarda gli utenti dell'edificio, il data centre è dotato di aria condizionata meccanica, che riduce significativamente il rischio per la salute umana regolando la temperatura all'interno dell'edificio.

Inoltre, alcune misure di adattamento sono già state implementate nel progetto attuale, come l'uso di materiali per il tetto di colore bianco in combinazione con pannelli solari che riflettono la luce solare e forniscono ombra.

Tuttavia, è riconosciuta la presenza di alcune apparecchiature critiche situate all'esterno che potrebbero essere vulnerabili al caldo estremo prolungato. Tipicamente, questi componenti sono a rischio di surriscaldamento quando le temperature superano i 40°C. Un'analisi storica dei dati meteorologici disponibili negli ultimi 26 anni (1999–2024) indica che queste condizioni avverse non si sono verificate, con una temperatura massima di 38,5°C registrata sul sito. Tuttavia, è possibile che in futuro simili temperature possano essere raggiunte. In tal caso, alla fine della loro vita utile – tipicamente compresa tra 20 e 30 anni – le apparecchiature saranno sostituite con modelli progettati per resistere a temperature più elevate. Di conseguenza, è probabile che le loro prestazioni rimangano adeguate anche in condizioni di aumento delle temperature massime.

6.4.2 Incendi

L'edificio è esposto ai rischi di incendi a causa del clima locale e della vegetazione circostante. Questi potrebbero danneggiare l'esterno, in particolare le facciate, e, soprattutto, i depositi di carburante esterni e le attrezzature.

Sebbene vi sia una vegetazione alta vicino al perimetro dell'edificio, il paesaggio circostante è costituito da campi agricoli e edifici industriali, che potrebbero aiutare a rallentare la diffusione del fuoco.

Alcune misure di adattamento per ridurre il rischio legato agli incendi sono già state implementate in questa fase di progettazione. In particolare:

- L'edificio è stato progettato con una classe minima di resistenza al fuoco R/REI/EI 60. Le stanze di stoccaggio delle batterie Li-on sono progettate come compartimenti EI120.
- Le facciate raggiungono una classificazione minima di Classe B-s3,d0 in termini di reazione al fuoco. Il tetto raggiungerà una classificazione minima di Classe Broof t2.
- Un sistema automatico di soppressione incendi (ad esempio, sprinkler) è installato in tutto l'edificio, in combinazione con una protezione esterna tramite una rete di idranti per garantire una portata minima per almeno 2 ore per il funzionamento simultaneo di 4 idranti.
- I generatori saranno posizionati a una distanza minima di 5 m dall'edificio. Una partizione con resistenza al fuoco di 2 ore sarà fornita tra i generatori e i serbatoi di carburante. Sarà interposta una zona sterile di carburante di almeno 3 m tra i generatori/serbatoi di carburante e qualsiasi elemento combustibile.

Tuttavia, a causa della presenza di stoccaggio esterno del carburante, sono suggerite ulteriori potenziali misure di adattamento:

- Pulizia regolare e rimozione dei detriti dal tetto e dalle grondaie, poiché possono prendere fuoco a causa di braci trasportate dal vento.

6.4.3 Neve

La neve è riconosciuta come un pericolo materiale per la posizione del data centre. Tuttavia, non si ritiene che siano necessarie misure di adattamento aggiuntive in questa fase di progettazione, poiché l'impatto della neve è stimato come minore e limitato a elementi non strutturali, quali apparecchiature di raffreddamento montate sul tetto.

Per garantire un'efficace operatività del data centre, si consiglia comunque di assicurarsi che venga progettato un sistema di grondaie efficace, che impedisca che l'acqua rimanga sul tetto dell'edificio. L'acqua stagnante può causare perdite, crescita di muffa e accumulo/sovraccarico di neve presso le gronde. Si consiglia di considerare l'installazione di grondaie riscaldate, che possono prevenire l'intasamento dei canali di drenaggio dovuto a neve e ghiaccio.

6.4.4 Inondazioni

L'inondazione rappresenta un rischio materiale per l'esterno del data centre, per le apparecchiature critiche e per gli utenti. Può causare danni ai componenti essenziali e interrompere le operazioni a causa delle attività di riparazione e dell'accesso limitato al sito.

Nella sua configurazione esistente, il sito, si trova in media circa 0,5 metri più in basso rispetto al livello della strada (101 m sul livello del mare). Questa differenza di elevazione facilita l'accumulo di acqua durante eventi di pioggia estrema, rendendo l'area suscettibile a inondazioni pluviali. Tuttavia, il progetto proposto prevede di sollevare l'intero sito di 1 metro sopra il livello del terreno esistente, contribuendo a mitigare il rischio di inondazione.

Inoltre, è stato previsto un cordolo in cemento di 30 cm intorno al perimetro del data centre per elevare il sistema di facciata, prevenendo il contatto diretto con le acque di inondazione e l'infiltrazione d'acqua nell'edificio.

Sono anche suggerite ulteriori misure di adattamento:

- Presenza di vegetazione a bassa elevazione intorno al perimetro per favorire l'assorbimento dell'acqua e mitigare l'impatto delle inondazioni migliorando l'infiltrazione naturale.
- Previsioni per l'uso di barriere temporanee contro le inondazioni (ad esempio, fino a 1 metro di altezza, sconsigliato oltre 1 metro) da posizionare su aperture come porte e finestre in caso di avviso di inondazione per prevenire l'ingresso dell'acqua.

6.4.5 Tempesta di vento

Gli eventi di vento rappresentano un rischio materiale per la struttura dell'edificio e per i sistemi edilizi. Sebbene gli elementi strutturali e non strutturali siano progettati per resistere ai carichi da vento, tempeste di vento violente, che potrebbero includere detriti trasportati dal vento, potrebbero danneggiare attrezzature delicate montate sul tetto, come i pannelli fotovoltaici e meccanismi di raffreddamento. Per ridurre l'impatto dei venti forti, potrebbero essere considerate le seguenti misure di mitigazione del rischio:

- Sviluppare procedure e processi per il monitoraggio dei dati meteorologici e per l'anticipazione di eventi di vento forte, per la comunicazione del rischio agli utenti e ai responsabili dell'edificio. Gli spazi pubblici situati nel cortile o su terrazze o tetti dovrebbero essere ad accesso limitato durante eventi di vento forte.
- Eseguire una manutenzione regolare della vegetazione circostante l'edificio e del sito per prevenire che alberi e rami caduti ne ostacolino l'accessibilità.

6.4.6 Tornado

I tornado minacciano la sicurezza degli edifici, delle attrezzature e degli utenti, ma di solito non vengono inclusi nei calcoli dei carichi di progetto. Sebbene il sistema strutturale potrebbe avere una certa capacità di resistere ai tornado (almeno per quelli più frequenti in Europa, che non superano l'F2 della Scala Fujita Potenziata), i sistemi di facciata sono vulnerabili ai venti forti e ai detriti volanti, che potrebbero danneggiare i pannelli esterni. Le attrezzature montate sul tetto sono particolarmente a rischio, il che potrebbe portare a guasti nel raffreddamento e al surriscaldamento. Anche le attrezzature esterne sono molto vulnerabili.

Misure di adattamento simili a quelle raccomandate per le tempeste di vento possono essere adottate anche in questo caso (sebbene potrebbero essere meno efficienti in caso di tornado).

6.5 Misure non strutturali

Oltre alle misure descritte sopra, le seguenti misure non fisiche di adattamento dovrebbero essere adottate a livello di progetto:

- Sviluppare un piano per il monitoraggio regolare e l'aggiornamento della valutazione del rischio climatico per l'intera vita utile del progetto (ciclo di vita) al fine di esaminare i pericoli climatici, riconoscendo che possono cambiare nel tempo. Aggiornare i livelli di pericolo, vulnerabilità e rischio periodicamente, con una frequenza minima di 5 anni, e conseguentemente aggiornare le misure di adattamento e il piano di adattamento. Determinare la probabilità di raggiungere specifiche soglie oltre le quali sono necessarie ulteriori misure (ad esempio, adattamento graduale).
- Condurre una revisione del piano di adattamento e rafforzare le misure fisiche e non fisiche, se necessario, e considerare queste modifiche all'interno di un piano aggiornato.
- Sviluppare un piano di continuità aziendale/servizi per prevenire e mitigare l'interruzione dei servizi dell'edificio in conformità con le normative vigenti.
- Sviluppare un archivio (e un database) per la registrazione di tutte le informazioni relative ai cambiamenti climatici, includendo, ad esempio, la documentazione progettuale o i registri specifici di manutenzione.
- Rafforzare, in conformità con le normative vigenti, la conoscenza dei rischi da parte dei responsabili e degli operatori dell'edificio, attraverso, ad esempio, la nomina di un "responsabile dei cambiamenti climatici e dei rischi"; e attraverso formazione regolare e istruzione del personale di gestione, amministrativo e operativo dell'edificio per rispondere in caso di eventi climatici estremi.

- Sviluppare e integrare liste di controllo nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria per monitorare sistematicamente (a breve, medio e lungo termine) lo stato di funzionamento di tutti i componenti dell'edificio vulnerabili agli effetti negativi dei cambiamenti climatici e per risolvere eventuali criticità.
- Sviluppare piani di emergenza per la gestione del rischio, in conformità con le normative vigenti e le procedure di monitoraggio.
- Registrare le problematiche significative derivanti dall'insorgenza di un evento di pericolo maggiore, quali identificate in questo report. Le registrazioni degli eventi climatici aiutano a informare la revisione periodica dei pericoli climatici e a supportare l'aggiornamento delle misure di adattamento e del piano.
- Considerare misure come assicurazioni, contingenze di bilancio e riserve per coprire i danni potenzialmente causati da pericoli naturali.

7. Conclusioni

Questo report presenta i risultati di una valutazione qualitativa del rischio climatico, effettuata per il sito Zibido San Giacomo, Italia. La valutazione ha preso in considerazione i pericoli climatici e le variabili fornite nel Decreto Delegato della Commissione UE 2021/2139 e ha seguito la metodologia delineata nelle Linee Guida Tecniche della Commissione UE.

L'obiettivo complessivo dell'analisi era identificare e valutare i rischi legati ai cambiamenti climatici associati ai pericoli rilevanti, al fine di garantire che i rischi vengano adeguatamente affrontati durante la fase di progettazione, in modo che il rischio venga mitigato per tutta la vita utile dell'opera.

Lo studio è stato sviluppato seguendo i passaggi riportati di seguito:

- Una **fase di pre-screening (Fase 0)**, durante la quale sono state definite le ipotesi di base per la valutazione, come: la vita utile del progetto, i componenti del progetto, gli scenari climatici e gli orizzonti temporali per la valutazione.
- Una fase di **screening (Fase 1)**, che ha preso in considerazione il catalogo dei pericoli climatici elencati nel *Climate Delegated Act*[10], e ha identificato quei pericoli che (1) potrebbero verificarsi nel sito del progetto e (2) potrebbero avere un impatto sull'opera. Tutti gli altri pericoli sono stati esclusi durante questa fase.
- Un'**analisi dettagliata del rischio climatico (Fase 2a)**, che mirava a valutare il rischio climatico per i pericoli identificati come rilevanti per il progetto nella fase precedente. Per ogni pericolo, la valutazione comprendeva una valutazione basata sulla probabilità di occorrenza del pericolo durante la vita utile del progetto, e una valutazione della vulnerabilità utilizzata per valutare l'impatto sul data centre, considerando i danni fisici e non fisici derivanti dalla verifica di un evento avverso, insieme alle possibili perdite economiche, interruzioni e vittime. I risultati del rischio mostrano che, considerando tutti i temi e i componenti identificati in questo progetto, il rischio è classificato come:
  - **Medio** nel caso di: Ondata di calore, Incendio (per lo scenario attuale), Precipitazioni intense – neve, Inondazioni pluviali e Tempeste di vento
  - **Alto** nel caso di: Incendio (per gli scenari climatici futuri) e Tornado.

Infine, la Fase 2b ha identificato le potenziali misure di adattamento per i pericoli che rappresentano un rischio significativo (cioè classificati come medio o alto). Il progetto include già misure che limiteranno l'impatto delle condizioni climatiche avverse sulla fruibilità e sull'integrità strutturale degli asset edilizi. Inoltre, alcune misure di adattamento sono state incorporate durante la fase di progettazione – come il rialzamento del sito di 1 metro

[10] Commission delegated regulation (EU) 2021/2139, 4 June 2021, Annex I, Appendix A.

e la progettazione per garantire resistenza al fuoco – mentre altre misure, più strettamente legate alla manutenzione e alla preparazione, sono state proposte come raccomandazioni.

8. Esclusione di responsabilità

Considerazioni generali: La presente relazione è stata redatta specificamente il Cliente secondo le sue istruzioni e le esigenze. La presente relazione è stata redatta ad uso e fiducia esclusivo del nostro Cliente. Nessuna persona diversa dal nostro Cliente e da qualsiasi parte espressamente autorizzata a fare affidamento su di noi da una lettera di affidamento può copiare (in tutto o in parte), utilizzare o fare affidamento sul contenuto di questa relazione senza la nostra preventiva autorizzazione scritta. Il presente rapporto viene rilasciato al Cliente su base non fiduciaria. Qualsiasi copia o utilizzo di questo rapporto (in tutto o in parte) deve sempre accompagnare o incorporare questa nota.

Modelli, dati e raccomandazioni sui cambiamenti climatici: Il cliente e il cliente indiretto sono informati e concordano che i modelli climatici futuri possono aiutare a considerare possibili scenari o risultati futuri, ma nessun modello che tenti di proiettare il futuro può farlo con certezza. Gli eventi reali potrebbero non verificarsi come previsto e le differenze potrebbero essere rilevanti. Arup non ha l'obbligo di valutare la qualità o l'affidabilità dei dati dei modelli climatici e non rilascia alcuna dichiarazione o garanzia in merito all'accuratezza o alla completezza di tali dati. I dati possono essere sensibili al momento dell'utilizzo e Arup non avrà alcun obbligo di aggiornare il proprio lavoro per far fronte a cambiamenti di fatti o circostanze che si verifichino dopo la data dei suoi deliverable. Arup non sarà responsabile per eventuali perdite derivanti dall'uso dei modelli climatici e dei dati, tranne nella misura in cui tali perdite possano essere attribuite a un mancato esercizio di ragionevole abilità e cura da parte di Arup. Arup non può e non rilascia alcuna dichiarazione o garanzia, espressa o implicita, circa l'accuratezza o la completezza delle raccomandazioni e dei risultati utilizzati per questo progetto, e non avrà alcuna responsabilità per reclami derivanti da o in connessione con gli impatti dei cambiamenti climatici.

Considerazioni sulle tempistiche: Le conclusioni sono sensibili al tempo e riguardano solo le condizioni attuali al momento della stesura del documento. Non saremo tenuti ad aggiornare il rapporto per tener conto di cambiamenti di fatti o circostanze che si verifichino dopo la data del nostro rapporto e che potrebbero influenzare in modo sostanziale il contenuto del rapporto o alcune delle conclusioni in esso contenute.

Perdite conseguenti: Arup non sarà in alcun caso responsabile, ai sensi o in relazione al presente rapporto, di eventuali perdite conseguenti o indirette o di perdite di investimenti, perdite di contratti, perdite di produzione, perdite di ricavi, perdite di profitti, perdite di affitto, interruzione dell'attività, sprechi di gestione e/o di altro personale e/o perdite di ufficio, perdita e/o corruzione di dati o perdita di utilizzo.

Affidamento su dati e informazioni forniti da terzi: Nella misura in cui i risultati delle analisi e delle soluzioni proposte nel presente rapporto sono stati sviluppati utilizzando dati e informazioni forniti da altri, Arup non si assume alcuna responsabilità per le informazioni prodotte da altri e Arup non avrà altrimenti alcuna responsabilità per eventuali errori, omissioni o imprecisioni in tali informazioni. Nel preparare questo rapporto ci siamo basati su informazioni fornite da altri e non ci assumiamo la responsabilità per il contenuto, inclusa l'accuratezza e la completezza, di tali informazioni. In nessun caso ci assumiamo la responsabilità per le informazioni fornite da altri.

Cambiamenti di legge: Arup non sarà responsabile per eventuali perdite associate o derivanti da un cambiamento di legge (inclusa una nuova legge o un'abrogazione o modifica di una legge esistente) o nell'interpretazione giudiziaria o governativa ufficiale di tali leggi che non potevano essere ragionevolmente previste al momento dello sviluppo di questo rapporto.
Lingua: Il rapporto può contenere dichiarazioni che sono, o possono essere considerate, dichiarazioni previsionali o proiezioni. Queste dichiarazioni o proiezioni previsionali possono essere identificate dall'uso di terminologia previsionale, previsioni o stime, compresi i termini “crede”, “stima”, “pianifica”, “anticipa”, “mira”, “continua”, “progetta”, “presume”, “si aspetta”, “intende”, “può”, “farà”, “vorrebbe” o “dovrebbe”, o, in ogni caso, le loro variazioni negative o altre terminologie comparabili. Queste dichiarazioni o proiezioni previsionali includono tutte le questioni non storiche e si basano su interpretazioni o valutazioni delle informazioni disponibili al momento della stesura del presente documento. Per loro natura, le dichiarazioni o proiezioni previsionali comportano rischi e incertezze perché si riferiscono a eventi e circostanze future. La realizzazione di qualsiasi dichiarazione o proiezione previsionale dipende dalla continua validità delle ipotesi

su cui si basa. Una serie di fattori potrebbe far sì che i risultati e gli sviluppi effettivi differiscano materialmente da quelli espressi o impliciti nelle dichiarazioni o proiezioni previsionali. Spesso gli eventi reali non si verificano come previsto e le differenze possono essere rilevanti. Per questo motivo, non ci assumiamo alcuna responsabilità per la realizzazione di qualsiasi proiezione, previsione, opinione o stima.

Appendice I – Screening (Fase 1)

Screening dei pericoli in base alla loro distribuzione spaziale

In questa fase vengono analizzati tutti i pericoli climatici elencati nella tabella dell'Allegato A della Tassonomia Europea. L'analisi si concentra sull'identificazione dei rischi che rappresentano una minaccia significativa per gli asset, tenendo conto della loro distribuzione geografica.

Per questa valutazione sono stati consultati diversi report e fonti di dati esistenti, tra cui i rapporti dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) relativi a diversi scenari climatici, nonché i dati disponibili su piattaforme riconosciute come Copernicus. Inoltre, sono stati esaminati studi scientifici recenti, e dati locali provenienti da stazioni meteoclimatiche, al fine di garantire una comprensione completa e aggiornata dei pericoli climatici.

Seguendo un approccio precauzionale, in questa fase è stata applicata una classificazione binaria (sì/no) per indicare se un determinato pericolo può ragionevolmente essere previsto nel sito del progetto, considerando gli scenari climatici attuali e futuri. Un riepilogo dei risultati di questa valutazione è riportato nella Tabella 8-1.

Screening dei pericoli in base al loro impatto materiale

Nella seconda fase dello screening, è stata effettuata una selezione dei rischi climatici in base alla probabilità che tali rischi possano influenzare l'asset durante il suo ciclo di vita. L'analisi ha considerato cinque componenti fondamentali: la struttura, l'architettura e gli elementi non-strutturali, i sistemi elettrici e meccanici e gli utenti.

- Struttura (principale e secondaria): Sono stati valutati gli effetti di diversi pericoli climatici sull'integrità fisica degli edifici. L'analisi ha incluso minacce come tempeste, inondazioni e ondate di calore, che potrebbero compromettere la stabilità strutturale e la sicurezza. Questa fase dello screening ha considerato gli impatti sulle fondazioni, sul tetto e sulla struttura principale e su altre strutture interne, compresi i possibili effetti sui materiali.
- Architettura ed elementi non strutturali: Gli elementi architettonici e non strutturali comprendono passerelle di servizio per la manutenzione del teleriscaldamento (DH), supporti strutturali per soffitti e pareti divisorie nelle aree amministrative, nonché strutture di supporto per frangisole, serrande e attuatori. L'ambito di analisi include anche le facciate con i relativi componenti strutturali, i sistemi di scaffalature per il teleriscaldamento (DH), le pareti divisorie per la suddivisione degli spazi e i parapetti del tetto per la protezione dei bordi.
- Sistemi elettrici: Sono stati valutati i potenziali effetti dei pericoli climatici sui sistemi elettrici dell'edificio, inclusi media tensione (MV), bassa tensione (LV), alimentazione elettrica, generatori diesel e rack server.
- Sistemi meccanici: È stato analizzato l'impatto potenziale dei pericoli climatici sui sistemi meccanici dell'edificio, tra cui refrigeratori ad aria (ACCs), unità di trattamento dell'aria per le sale dati (DAHUs), ventilatori di estrazione (EFs), unità di condizionamento per sale server (CRAC), serbatoi di accumulo dell'acqua (ST), pompe di distribuzione dell'acqua (P), pompe del carburante, serbatoi di stoccaggio del carburante e serbatoi integrati nei generatori.
- Utenti: È stata condotta un'analisi dell'impatto dei pericoli climatici sugli utenti dell'edificio, valutando i potenziali pericoli per la salute e la sicurezza degli occupanti, nonché le possibili interruzioni delle attività quotidiane. L'analisi ha preso in considerazione aspetti legati alla sicurezza, al comfort e all'accessibilità degli utenti.

Se dall'analisi di un pericolo climatico è emerso che questo non influisce su nessuna delle componenti sopra elencate, è stato considerato che esso non rappresenti un pericolo materiale per gli edifici. Come nella fase precedente, l'analisi è stata condotta assegnando una classificazione binaria per ciascun pericolo e componente (sì/no).

Un riepilogo dei risultati di questa valutazione è riportato nella Tabella 8-2.

Tabella 8-1 Screening dei pericoli in base alla presenza in sito

Pericolo		Definizione	Pericolo possible? (Sì/No)	Commento
Legato alla temperatura				
Cronico	Variazione della temperatura	(Aria, acqua dolce, acqua marina) Variazioni medie di temperatura a lungo termine nell'aria e nell'acqua.	Sì	L'Europa in generale ha subito un riscaldamento più veloce rispetto alla media globale; l'ultimo decennio è stato di circa 2,0 °C più caldo rispetto ai livelli pre-industriali. In futuro, si prevede che tutte le regioni d'Europa dovranno affrontare temperature medie più elevate.
	Variabilità della temperatura	Entità delle variazioni giornaliere o mensili della temperatura in una determinata località	No	Il pericolo si riferisce a sbalzi estremi di temperatura e non è rilevante per l'area di studio.
	Stress da calore	Una serie di condizioni che possono avere un impatto sugli edifici o sugli utenti quando assorbono il calore in eccesso durante la sovra-esposizione a temperature elevate dell'aria o dell'acqua	Sì	Le proiezioni per l'Europa indicano che il numero di giorni con elevati livelli di stress da calore aumenterà ovunque nella regione (EEA, 2017).
	Scioglimento del permafrost	Perdita progressiva di ghiaccio nel permafrost, solitamente dovuta all'apporto di calore.	No	Lo scioglimento del permafrost non è rilevante per l'area di studio.
	Aumento delle radiazioni UV	Il sole trasmette costantemente radiazioni ultraviolette (UV).	No	Il pericolo non è rilevante per il sito.
Acuto	Ondata di calore	Periodo di calore anomalo definito rispetto ad una temperatura soglia che dura da 2 giorni a diversi mesi (IPCC 221b).	Sì	Le ondate di calore sono state osservate sempre più frequentemente a partire dagli anni '70. I dati dell'IPCC mostrano che il numero di giorni caldi è destinato ad aumentare in base ai futuri scenari climatici.
	Ondata di freddo/gelo	Un'ondata di freddo su una vasta area; comprese le gelate tardive e le gelate alterne.	No	Nonostante i giorni di gelo sono comuni nell'area di studio, non sono presenti evidenze di ondate di gelo nella regione di studio. I dati dell'IPCC mostrano che il numero di giorni di gelo è destinato a diminuire in base agli scenari climatici futuri.
	Incendi	Incendio grande e distruttivo della vegetazione, compresi gli incendi nei campi, nelle foreste e nelle boscaglie. L'aumento delle ondate di calore contribuisce all'espansione delle aree a rischio di incendio e alle stagioni degli incendi più lunghe	Sì	Questo pericolo è considerato dovuto alla presenza di vegetazione incontrollata vicino al sito, inclusi alberi secchi e rami che potrebbero fungere da combustibile per un incendio. L'indice meteorologico degli incendi (FWI) è moderato per gli scenari futuri.
	Variazione dell'umidità	L'aumento delle temperature dell'aria contribuisce a una maggiore capacità di vapore acqueo immagazzinato nell'atmosfera (NOAA 2018)	No	I modelli climatici attuali non prevedono temperature di bulbo umido letali in Europa nei prossimi decenni (NASA, 2022). Tuttavia, nell'Europa meridionale e sud-orientale sono già state registrate temperature di bulbo umido prossime al limite mortale di 35 °C (Raymon et al., 2020).
Legato all'acqua				
Cronico	Modifica del regime e del tipo di precipitazioni - pioggia	Variazione della distribuzione temporale o spaziale delle precipitazioni o della quantità di pioggia accumulata in un luogo specifico.	Sì	Le precipitazioni totali annue sono cresciute di circa 69 mm rispetto al periodo 1981-2010 e 1990-2020. L'ISPRA suggerisce che l'autunno diventerà più umido e le estati più secche in futuro, ma l'entità di questi cambiamenti è incerta.
	Modifica del regime e del tipo di precipitazione - grandine	Cambiamento nella distribuzione temporale o spaziale della grandine o nella quantità di grandine che cade in un luogo specifico.	No	Non ci sono tendenze chiaramente definite sugli effetti dei cambiamenti climatici sulle modifiche nelle precipitazioni della grandine.
	Modifica del regime e del tipo di precipitazione - neve/ghiaccio	Cambiamento nella distribuzione temporale o spaziale di neve/ghiaccio o nella quantità di neve/ghiaccio che cade in una determinata ubicazione. Gli eventi estremi non sono considerati.	No	I dati dell'IPCC mostrano che le precipitazioni medie nevose sono destinate a diminuire negli scenari climatici futuri.
	Variabilità delle precipitazioni	Variazioni della disponibilità e dei livelli idrici dovute a variazioni di una o più componenti del ciclo idrologico (condensazione, evapotraspirazione, precipitazione, infiltrazione e deflusso). Questo può anche causare siccità, stress idrico e riduzione dei livelli dell'acqua.	No	Nonostante le variazioni osservate nelle precipitazioni e i potenziali cambiamenti futuri, non ci sono dati sufficienti per considerare un cambiamento nel ciclo dell'acqua.

Pericolo		Definizione	Pericolo possible? (Sì/No)	Commento
	Stress idrico	Una situazione in cui non c'è abbastanza acqua di qualità sufficiente per soddisfare la domanda delle persone e dell'ambiente.	Sì	L'indice di stress idrico (WSI) indica un potenziale aumento dello stress idrico in scenari estremi.
	Riduzione dei livelli delle acque superficiali e sotterranee	La riduzione dei livelli dell'acqua e delle acque sotterranee è una conseguenza della siccità, dell'aumento delle temperature medie, della diminuzione delle precipitazioni medie e dell'aumento dei prelievi idrici.	No	Questo pericolo non è presente nel sito .
	Riduzione della qualità dell'acqua - acque sotterranee	Un'eccessiva estrazione di acqua dalle falde acquifere può portare a un esaurimento della risorsa e l'estrazione di acqua dolce dalle falde acquifere costiere può portare all'intrusione salina.	No	Questo pericolo non è presente nel sito .
	Riduzione della qualità dell'acqua - acque superficiali	Meno acqua nei corpi idrici porta a più inquinanti chimici e biologici. La crescita delle alghe è favorita da temperature dell'acqua più elevate e da una ridotta miscelazione. Inoltre, le acque piovane possono causare l'ingresso di acque reflue non pulite nelle acque superficiali.	No	Il sito non si trova vicino a un fiume.
	Acidificazione degli oceani	Una riduzione del pH dell'oceano, accompagnata da altri cambiamenti chimici, per un periodo prolungato, in genere decenni o più, causata principalmente dall'assorbimento di anidride carbonica (CO2).	No	Il sito non si trova direttamente sulla costa.
	Riduzione della qualità delle acque marine	Riduzione della qualità dell'acqua per gli ambienti marini, distinta dall'acidificazione degli oceani.	No	Il sito non è adiacente alla costa.
	Innalzamento del livello del mare	Un aumento del livello medio del mare.	No	Il sito non si trova direttamente sulla costa.
Acuto	Inondazioni - pluviali, acque sotterranee	Accumulo di acqua fuori terra causato da forti piogge, scioglimento della neve e rapido deflusso dalle aree pavimentate.	Sì	Gli episodi storici di precipitazioni intense forniscono la prova che il pericolo è rilevante per l'area di studio.
	Allagamenti fluviali	L'attraversamento dei limiti normali di un corso d'acqua o di un altro corpo idrico e l'accumulo di acqua su aree normalmente non sommerse.	No	Il sito non si trova vicino a un fiume.
	Siccità	Un periodo eccezionale di scarsità d'acqua per gli ecosistemi esistenti e per la popolazione umana (a causa delle scarse precipitazioni, delle alte temperature e/o del vento).	Sì	Si osserva un aumento della siccità nella regione mediterranea, le proiezioni future suggeriscono un aumento sostanziale nell'Europa centrale in scenari di emissioni più elevate (EEA 2021).
	Precipitazioni intense - pioggia	La quantità di pioggia supera i 15 - 25 l/m2 in un'ora o i 2 - 35 l/m2 in 6 ore	Sì	Gli episodi storici di precipitazioni intense forniscono la prova che il pericolo è rilevante per l'area di studio.
	Precipitazioni intense - grandine	Tempesta di grandine con diametro minimo di 5 cm	Sì	Gli episodi storici di precipitazioni intense forniscono la prova che il pericolo è rilevante per l'area di studio.
	Precipitazioni intense - neve	Le nevicate abbondanti sono eventi in cui grandi quantità di neve in un breve periodo di tempo portano a interruzioni dei servizi infrastrutturali.	Sì	Gli episodi storici di precipitazioni nevose forniscono la prova che la pericolosità è rilevante per l'area di studio.
	Precipitazioni intense - ghiaccio	Evento di precipitazione contenente principalmente pellet di ghiaccio o acqua piovana che si congela immediatamente dopo l'incontro con oggetti duri, entrambi i quali portano alla formazione di ghiaccio.	Sì	Gli episodi storici di tempeste invernali che possono portare alla formazione di ghiaccio forniscono la prova che il pericolo è rilevante per l'area di studio.
	Inondazioni costiere	Un insolito accumulo di acqua sopra il suolo causato dall'alta marea.	No	Il sito non è adiacente alla costa.
	Mareggiate	Le mareggiate intense sono il risultato dell'innalzamento del livello del mare e hanno le stesse implicazioni delle inondazioni costiere.	No	Il sito non è adiacente alla costa.

Pericolo		Definizione	Pericolo possible? (Sì/No)	Commento
	Collasso dei laghi glaciali	Un rilascio improvviso di acqua da un lago glaciale, che può includere uno dei seguenti tipi: un lago sbarrato dal ghiacciaio, un lago sbarrato dalla morena proglaciale o l'acqua immagazzinata dentro, sotto o sul ghiacciaio.	No	Il sito non si trova in regioni montuose.
	Intrusione salina	Intrusione salina in un'area di acqua dolce.	No	Il sito non è adiacente alla costa.
Legato al vento				
Cronico	Cambiamento del regime eolico	Variazione del regime del vento in termini di intensità e distribuzione. Gli eventi estremi non sono considerati.	No	I modelli climatici suggeriscono che la velocità media del vento si ridurrà a causa del cambiamento climatico; tuttavia, le proiezioni della velocità del vento sono incerte. Inoltre, tale pericolo fa riferimento ad una variazione media della velocità del vento e quindi non è considerato di rilevanza per il seguente studio.
Acuto	Tempesta (di neve, polvere o sabbia)	Tempesta: velocità del vento compresa tra 75 e 88 km/h Tempesta intensa: velocità del vento compresa tra 89 e 102 km/h Tempesta estrema: velocità del vento compresa tra 103 e 117 km/h	Sì	Il sito è soggetto a possibili tempeste di vento
	Tornado	Un vortice è una colonna d'aria a contatto con il suolo, che ruota attorno a un asse orientato verticalmente e si trova sotto una nube cumuliforme.	Sì	Il sito è soggetto a possibili tornado
	Ciclone, uragano, tifone e Medicane	Al di sopra dei 32 m/s una tempesta tropicale è chiamata uragano, tifone, tifone o ciclone a seconda della sua posizione geografica. Qualsiasi tempesta su scala ciclonica che non sia un ciclone tropicale (a est e a ovest del continente americano) è chiamata ciclone extratropicale. Rientrano in questa categoria anche i Medicane (cicloni mediterranei tropicali)	No	Il verificarsi di cicloni tropicali, tifoni, uragani o Medicane non è possibile nell'area di studio.
Legato al suolo				
Cronico	Degrado del suolo	Il degrado del suolo si riferisce al processo o ai processi di riduzione della qualità del suolo e quindi alla sua minore inadeguatezza per uno scopo specifico, come la produzione agricola.	No	Il degrado del suolo non è considerato un pericolo significativo per il sito.
	Erosione del suolo	Rimozione del suolo, spesso dovuta al trasporto naturale (acqua, vento) ma amplificata o addirittura innescata da attività antropiche (ad esempio l'agricoltura).	No	L'erosione del suolo non è considerata un pericolo significativo per il sito.
	Soliflux	Fenomeno franoso in cui i sedimenti superficiali saturi d'acqua a causa del disgelo si muovono lentamente lungo il pendio	No	Il Data Centre non si trova in prossimità di terreni glaciali e periglaciali e non ci sono pendenze in grado di scatenare il fenomeno.
	Frana	Spostamento più o meno rapido di grandi masse di terreno o roccia verso il basso.	No	Il sito non si trova vicino a grandi masse di terreno o roccia e non ci sono pendenze in grado di innescare il fenomeno.
	Erosione costiera	Lo spostamento verso l'interno della costa causato dalla forza delle onde e delle correnti.	No	Il sito non è sulla costa.
Acuto	Subsidenza	Processo mediante il quale il terreno in un'area più o meno estesa sprofonda (gradualmente) a un livello inferiore rispetto al terreno circostante (può essere causato sia da processi naturali che antropici).	No	Il sito non è soggetto a cedimenti (EGMS Copernicus).
	Valanga	Una massa di neve, ghiaccio, terra o roccia, o una miscela di questi, che cade dal fianco di una montagna.	No	Il sito non si trova in una regione montuosa.

Tabella 8-2 Possibili impatti per il progetto. Tutti i pericoli elencati sono stati ritenuti rilevanti considerata la posizione del progetto

Pericolo		Potenziali impatti negativi sugli edifici						
		Struttura	Architettura	Impianto Meccanico	Impianto Elettrico	Utenti	Danno significativo (Sì/No)	Perdita di valore significativa
Legato alla temperatura								
Cronico	Variazione della temperatura	No	No	No	No	No	No	Le variazioni di temperatura si riferiscono a cambiamenti a lungo termine della temperatura media dell'aria o dell'acqua. Sebbene ciò sia stato osservato nel luogo in cui si trova il progetto e si prevede che la tendenza continuerà, non si prevede che questo pericolo avrà un impatto materiale sull'edificio o sui suoi utenti. Gli impatti legati al freddo estremo e alle ondate di calore vengono valutati altrove.
	Stress da calore	No	No	No	No	No	No	Non è previsto che il personale tecnico lavori all'esterno della struttura; Di conseguenza, questo rischio non è stato considerato.
Acuto	Ondata di calore	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Temperature estreme che generano variazioni termiche negli elementi che si trovano al di sopra della soglia specificata dalla normativa locale (±15° per RC o ±25° per l'acciaio) potrebbero danneggiare gli elementi strutturali. L'ondata di calore potrebbe influire sulle prestazioni dei sistemi di raffreddamento e portare ai server al possibile surriscaldamento. Le ondate di calore possono anche affaticare i sistemi elettrici, aumentando il rischio di guasti alle apparecchiature e persino di incendi elettrici. Il rischio principale è per le apparecchiature situate all'esterno dell'edificio, dove non è presente alcun controllo della temperatura.
	Incendi	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Gli incendi rappresentano un pericolo per le apparecchiature esterne, in particolare per i generatori diesel: i cavi e i materiali isolanti sono combustibili, così come il gasolio stesso.
Legato all'acqua								
Cronico	Modifica del regime e del tipo di precipitazioni	No	No	No	No	No	No	La variabilità, che si riferisce specificamente ai cambiamenti cronici (a lungo termine) nella distribuzione o nella quantità di precipitazioni, non è considerata in quanto non ha un impatto materiale sul progetto. Gli impatti acuti legati all'aumento dell'intensità delle precipitazioni sono valutati altrove.
	Stress idrico	No	No	Sì	No	No	Sì	L'approvvigionamento idrico è di fondamentale importanza per il sistema di raffreddamento adiabatico - senza approvvigionamento idrico esterno, dipendente dallo stoccaggio dell'acqua in loco - una volta esaurito, non può più fornire un raffreddamento efficace ai rack dei server, con conseguente rischio di surriscaldamento.
Acuto	Inondazioni - pluviali, acque sotterranee	No	Sì	Sì	Sì	No	Sì	Tutti gli impianti elettrici a corrente continua si trovano a livello del suolo (un solo piano), quindi tutti a rischio di danni da inondazione. Inoltre, è probabile che le inondazioni colpiscano più apparecchiature contemporaneamente, sovrastando la ridondanza di progetto.
	Siccità	No	No	No	No	No	No	La siccità meteorologica non è considerata un pericolo rilevante per l'impianto in esame, in quanto una riduzione delle precipitazioni non ha alcun impatto sulla struttura o sui suoi componenti.
	Precipitazioni intense - pioggia	No	No	No	No	No	No	Si ritiene che le forti piogge non abbiano un impatto materiale sul progetto.

Pericolo		Potenziali impatti negativi sugli edifici						
		Struttura	Architettura	Impianto Meccanico	Impianto Elettrico	Utenti	Danno significativo (Sì/No)	Perdita di valore significativa
	Precipitazioni intense - grandine	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Forti grandinate potrebbero danneggiare i rivestimenti/facciate, poiché non esistono certificazioni europee per le facciate che ne garantiscano la resistenza alla grandine. La forte grandine rappresenta anche un rischio per le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale in corrente continua: i trasformatori HW/MW dovrebbero essere più protetti, mentre anche i DG sono a rischio, con il rischio di danni agli involucri e agli involucri esterni.
	Precipitazioni intense - neve	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Forti nevicate, in particolare sul tetto del centro di distribuzione, potrebbero potenzialmente interrompere le apparecchiature di raffreddamento montate sul tetto, bloccando il flusso d'aria.
	Precipitazioni intense - ghiaccio	No	No	No	No	No	No	Si ritiene che il ghiaccio non abbia un impatto materiale sul progetto.
Legato al vento								
Acuto	Tempesta (di neve, polvere o sabbia)	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	La tempesta di vento presenta un rischio per le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale CC - I trasformatori HW/MW situati dovrebbero essere ampiamente protetti, i generatori diesel e altri sistemi elettrici esterni sono a maggior rischio, ma alla fine dovrebbero essere costruiti per resistere a venti relativamente forti.
	Tornado	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Il pericolo principale è per le apparecchiature di raffreddamento montate sul tetto più delicate, inclusi refrigeratori e ventole di estrazione, che potrebbero subire danni in condizioni di tornado. Ciò potrebbe comportare una perdita di raffreddamento efficace, con conseguente potenziale surriscaldamento del server. Inoltre, gli eventi di tornado rappresentano un rischio maggiore per le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale del data centre.

Allegato II – Valutazione dei pericoli (Fase 2)

Ondata di caldo

Un'ondata di calore è un periodo insolitamente caldo che dura per diversi giorni. Nell'analisi attuale, la probabilità di eventi di ondata di calore è valutata in base alla probabilità di occorrenza di almeno tre giorni consecutivi con temperature pari o superiori a 35°C, su un periodo di osservazione di 50 anni.

La classificazione della probabilità e dei livelli di pericolosità è riportata nella Tabella 8-1.

I dati storici delle temperature sono stati ottenuti dalla stazione Lacchiarella v. Molise, gestita da ARPA Lombardia, situata a circa 9 km dal sito di studio. Questo dataset copre il periodo dal 1998 al 2023.

In assenza di proiezioni climatiche future riguardo l'aumento delle ondate di calore è stato utilizzato l'indice "Numero di giorni con temperatura massima > 35°C (TX35)" come indicatore per valutare le tendenze future. Questo indice si basa sulle proiezioni del modello climatico regionale EURO-CORDEX, utilizzando il periodo 1980-2010 come baseline.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Probabilità di occorrenza P(50)	Soglia del periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Ondata di caldo	≥3 giorni consecutivi con Tmax ≥ 35 °C	< 10%	> 475 anni	Molto basso
		< 33%	> 125 anni	Basso
		33% a 66%	125 anni a 46 anni	Moderato
		66% a 90%	< 46 anni	Alto
		> 90%	< 22 anni	Molto alto

Tabella 8-3 Classificazione della probabilità di occorrenza di un'ondata di calore

La Figura 8-1e la

N. di eventi	Giorno di inizio	Giorno di fine	Giorni consecutive con T >= 35 °C
1	12-06-2003	16-06-2003	3
2	04-08-2003	06-08-2003	3
3	09-08-2003	14-08-2003	6
4	18-07-2007	20-07-2007	3
5	21-08-2011	23-08-2011	3
6	18-08-2012	23-08-2012	6
7	26-07-2013	28-07-2013	3
8	02-08-2013	06-08-2013	5
9	09-06-2014	12-06-2014	4
10	21-07-2015	23-07-2015	3
11	06-08-2015	08-08-2015	3
12	02-08-2017	05-08-2017	4
13	26-06-2019	28-06-2019	3
14	24-07-2019	26-07-2019	3
15	13-08-2021	15-08-2021	3
16	19-07-2022	26-07-2022	8
17	04-08-2022	06-08-2022	3
18	15-08-2023	17-08-2023	3
19	19-08-2023	25-08-2023	7

Tabella 8-4 mostrano il numero di ondate di calore considerando almeno 3 giorni consecutivi con temperatura massima ≥ 35 °C nel periodo 1998-2023 (clima attuale).

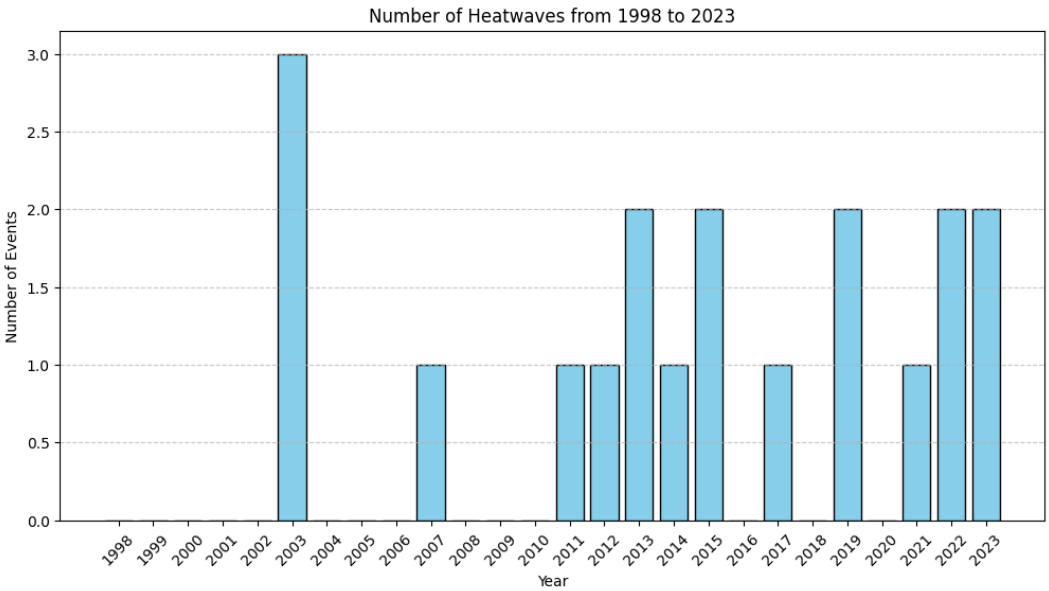

Figura 8-1 Numero di ondate di calore per lo scenario attuale riferito al numero consecutivo di giorni (almeno 3) con temperatura superiore a 35° (Stazione Lacchiarella v. Molise, ARPA Lombardia. Serie storica 1993-2023)

N. di eventi	Giorno di inizio	Giorno di fine	Giorni consecutive con T >= 35 °C
1	12-06-2003	16-06-2003	3
2	04-08-2003	06-08-2003	3
3	09-08-2003	14-08-2003	6
4	18-07-2007	20-07-2007	3
5	21-08-2011	23-08-2011	3
6	18-08-2012	23-08-2012	6
7	26-07-2013	28-07-2013	3
8	02-08-2013	06-08-2013	5
9	09-06-2014	12-06-2014	4
10	21-07-2015	23-07-2015	3
11	06-08-2015	08-08-2015	3
12	02-08-2017	05-08-2017	4
13	26-06-2019	28-06-2019	3
14	24-07-2019	26-07-2019	3
15	13-08-2021	15-08-2021	3
16	19-07-2022	26-07-2022	8
17	04-08-2022	06-08-2022	3
18	15-08-2023	17-08-2023	3
19	19-08-2023	25-08-2023	7

Tabella 8-4 Numero di ondate di calore per lo scenario attuale riferito al numero consecutivo di giorni (almeno 3) con temperatura superiore a 35° (Stazione Lacchiarella v. Molise, ARPA Lombardia. Serie storica 1993-2023)

A causa dell'assenza di proiezioni climatiche specifiche relative all'intensificazione delle ondate di calore, è stato adottato l'indice "Numero di giorni con temperatura massima > 35°C (TX35)" come indicatore per valutare le potenziali tendenze future. La

Indicatore	Periodo & Scenario	Unità	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
≥3 giorni consecutivi con Tmax ≥ 35 °C	1981-2010	Giorni	0	0	**8.7**	0.2
	2050, RCP 4.5	Giorni	0	0	**12.3**	0.8
	2050, RCP 8.5	Giorni	0	0	**21.2**	1.3
	2050, RCP 4.5	Giorni	0	0.2	**20.1**	1.4
	2100, RCP 8.5	Giorni	0	0.3	**42.7**	4.1

Tabella 8-5 mostra il cambiamento previsto dell'indice "Numero di giorni con temperatura massima > 35°C (TX35)" entro il 2050 e il 2100, considerando i cambiamenti climatici sotto gli scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5.

Indicatore	Periodo & Scenario	Unità	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
≥3 giorni consecutivi con Tmax ≥ 35 °C	1981-2010	Giorni	0	0	**8.7**	0.2
	2050, RCP 4.5	Giorni	0	0	**12.3**	0.8
	2050, RCP 8.5	Giorni	0	0	**21.2**	1.3
	2050, RCP 4.5	Giorni	0	0.2	**20.1**	1.4
	2100, RCP 8.5	Giorni	0	0.3	**42.7**	4.1

Tabella 8-5 Numero di giorni con massima temperatura T> 35 °C (TX35) per gli scenari futuri e attuali

La

Ondata di calore	Probabilità di occorrenza P(50)	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	100%	Molto alto	La probabilità che si verifichi un'ondata di calore durante la vita dell'edificio supera il 90%.
2050 / RCP4.5	100%	Molto alto	La probabilità di accadimento e la classificazione dei pericoli rimangono invariate in tutti gli scenari temporali

2050 / RCP8.5	100%	Molto alto	studiati. Tuttavia, si prevede che il numero di giorni con temperature superiori a 35°C aumenterà in modo significativo, portando potenzialmente a una maggiore intensità di questi eventi.
2100 / RCP4.5	100%	Molto alto	
2100 / RCP8.5	100%	Molto alto	

Tabella 8-6 mostra i risultati del calcolo della probabilità di eventi di ondate di calore durante il periodo di riferimento e gli scenari futuri. Poiché la probabilità nello scenario attuale è già al massimo, questa rimane invariata. È importante notare che il numero di giorni con temperature superiori a 35°C è previsto aumentare significativamente, con la possibilità di portare a una maggiore intensità di questi eventi.

Ondata di calore	Probabilità di occorrenza P(50)	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	100%	Molto alto[11]	La probabilità che si verifichi un'ondata di calore durante la vita dell'edificio supera il 90%.
2050 / RCP4.5	100%	Molto alto	La probabilità di accadimento e la classificazione dei pericoli rimangono invariate in tutti gli scenari temporali studiati. Tuttavia, si prevede che il numero di giorni con temperature superiori a 35°C aumenterà in modo significativo, portando potenzialmente a una maggiore intensità di questi eventi.
2050 / RCP8.5	100%	Molto alto	
2100 / RCP4.5	100%	Molto alto	
2100 / RCP8.5	100%	Molto alto	

Tabella 8-6 Classificazione della probabilità di occorrenza per l'ondata di calore

Incendi

Un incendio boschivo è un evento incontrollato, non pianificato e imprevedibile che si sviluppa in un'area caratterizzata da vegetazione combustibile, inclusi materiali come piante secche, alberi e rami, che possono agire da carburante per un incendio.

La classificazione del rischio di incendio boschivo viene determinata utilizzando la mappa dell'Indice di Pericolo di Incendio (FWI) medio durante la stagione europea degli incendi (giugno-settembre), derivata dall'European Climate Data Explorer (ECDE) gestito dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA).

Il sistema FWI fornisce valutazioni numeriche e adimensionalizzate del potenziale di incendio relativo per un tipo di combustibile generalizzato (foreste di pini maturi), basate esclusivamente su osservazioni meteorologiche. I dati meteorologici utilizzati nel sistema FWI includono i valori del mezzogiorno di temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità del vento a 10 metri sopra il livello del suolo e precipitazioni accumulate nelle precedenti 24 ore. Il calcolo dell'indice si basa su dati climatici orari derivati da coppie di modelli climatici regionali e globali (RCM/GCM), sviluppati nel progetto EURO-CORDEX.

La determinazione dell'FWI si basa sui valori quotidiani di temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità del vento e precipitazioni accumulate nelle 24 ore precedenti, registrati a mezzogiorno. Nel presente studio, è stato utilizzato il valore medio dell'FWI durante la stagione degli incendi (giugno-settembre), calcolato come la somma dei valori giornalieri dell'indice nel periodo di riferimento, divisa per il numero totale di giorni nell'intervallo temporale. Un valore più elevato dell'indice indica condizioni meteorologiche più favorevoli per l'innesco e la propagazione degli incendi boschivi.

Le classificazioni del rischio sono dettagliate nella

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Incendio	Indice metereologico medio degli incendi	< 5.2	Molto basso
		< 11.2	Basso
		$11.2 \leq a < 21.3$	Moderato
		$21.3 \leq a < 38$	Alto
		≥ 38	Molto alto

Tabella 8-7.

[11] Per completezza, dato che le operazioni di ingegneria hardware funzionano correttamente solo a temperature inferiori a 35°C e umidità relativa inferiore all'80%, abbiamo condotto un'analisi per determinare se condizioni ambientali simili—temperatura superiore a 35°C e umidità superiore all'80%—si siano verificate in passato. Utilizzando i dati disponibili dalla stazione meteorologica di Lacchiarella V. Molise che coprono il periodo dal 1999 al 2023, la nostra valutazione indica che non sono stati registrati eventi storici che combinano queste condizioni meteorologiche.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Incendio	Indice metereologico medio degli incendi	< 5.2	Molto basso
		< 11.2	Basso
		11.2 ≤ a < 21.3	Moderato
		21.3 ≤ a < 38	Alto
		≥ 38	Molto alto

Tabella 8-7 Classificazione per la valutazione dell'indice FWI

La Figura 8-2 mostra l'indice FWI per il periodo 1970-2005 (clima attuale), mentre la Figura 8-3 mostra il cambiamento previsto dell'indice per i periodi 2041-2070 e 2071-2100, considerando i cambiamenti climatici per gli scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5.

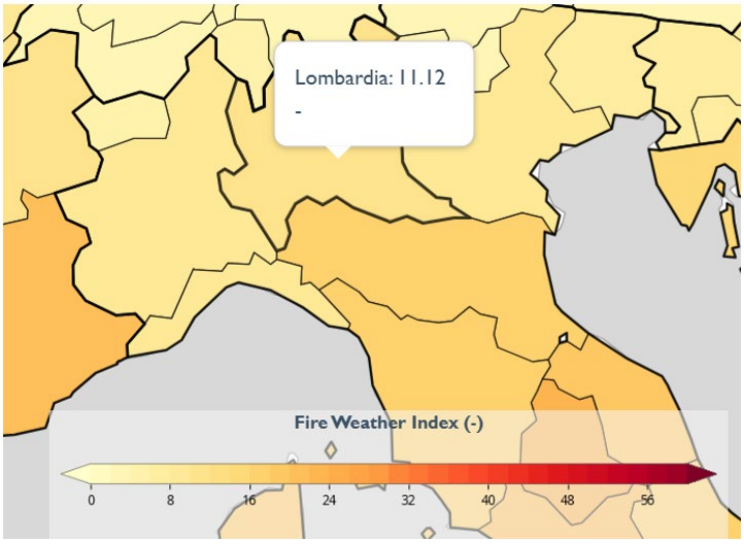

Figura 8-2 Simulazioni storiche dell'indice FWI per la regione Lombardia in riferimento al periodo 1970-2005

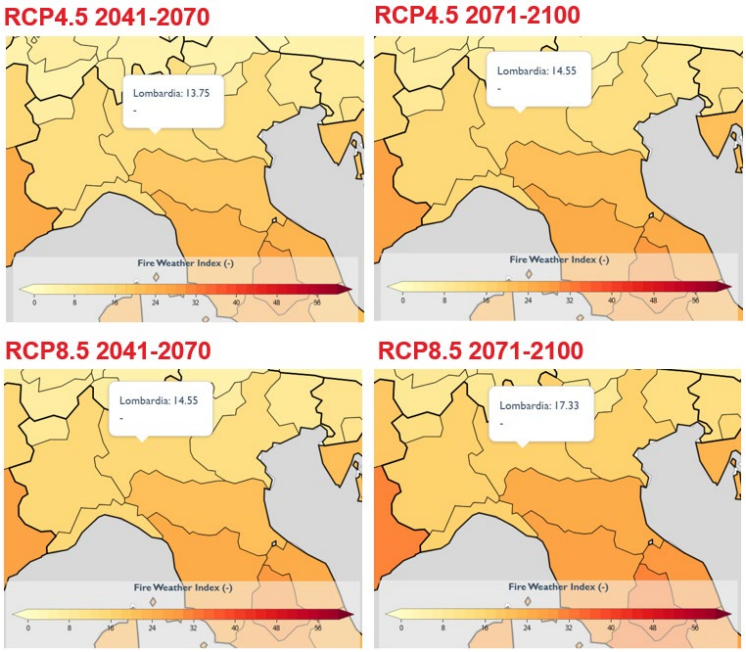

Figura 8-3 Simulazioni per gli scenari futuri dell'indice FWI per la regione Lombardia

La

Incendi	Valore della variabile	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	11.12	Basso	Nello scenario attuale, il pericolo di incendi è classificato come basso.
2041-2070 / RCP 4.5	13.75	Moderato	In futuro, in tutti gli scenari studiati, si prevede che le condizioni meteorologiche diventeranno progressivamente più favorevoli al verificarsi di incendi.
2041-2070 / RCP8.5	14.55	Moderato	
2071-2100 / RCP4.5	14.55	Moderato	
2071-2100 / RCP8.5	17.33	Moderato	

Tabella 8-8 fornisce la classificazione della pericolosità basata sui valori dell'Indice di Pericolo di Incendio (FWI). I risultati suggeriscono che, negli scenari futuri, le condizioni meteorologiche durante le stagioni degli incendi (giugno-settembre) diventeranno progressivamente più favorevoli alla comparsa di incendi boschivi.

Incendi	Valore della variabile	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	11.12	Basso	Nello scenario attuale, il pericolo di incendi è classificato come basso.
2041-2070 / RCP 4.5	13.75	Moderato	In futuro, in tutti gli scenari studiati, si prevede che le condizioni meteorologiche diventeranno progressivamente più favorevoli al verificarsi di incendi.
2041-2070 / RCP8.5	14.55	Moderato	
2071-2100 / RCP4.5	14.55	Moderato	
2071-2100 / RCP8.5	17.33	Moderato	

Tabella 8-8 Classificazione del pericolo di incendi

Stress idrico

Lo stress idrico è definito come una situazione in cui non c'è abbastanza acqua di qualità sufficiente per soddisfare la domanda delle persone e dell'ambiente.

La classificazione del pericolo derivante da stress idrico viene determinata utilizzando l'Indice di Stress Idrico di Aqueduct 4.0. Tale indice valuta la pressione sulle risorse idriche misurando il rapporto tra la domanda totale di acqua e le forniture rinnovabili di acqua superficiale e sotterranea disponibili. Tenendo conto dei vari settori che consumano acqua, tra cui quello domestico, industriale, agricolo (irrigazione) e per gli allevamenti. L'indice fornisce informazioni sul livello di competizione per le risorse idriche, con valori più alti che indicano una maggiore scarsità e stress tra gli utenti.

La

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Stress idrico	Indice di stress idrico (in %)	< 10%	Molto basso
		10%≤ a <20%	Basso
		20%≤ a <40%	Moderato
		40%≤ a <80%	Alto
		≥ 80%	Molto alto

Tabella 8-9 mostra il limite associato ad ogni livello di pericolo.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Stress idrico	Indice di stress idrico (in %)	< 10%	Molto basso
		10%≤ a <20%	Basso
		20%≤ a <40%	Moderato
		40%≤ a <80%	Alto
		≥ 80%	Molto alto

Tabella 8-9 Classificazione per la valutazione del pericolo di stress idrico

La Figura 8-4 mostra l'Indice di Stress Idrico per il periodo 1979-2019 (clima attuale), mentre la Figura 8-5 mostra il cambiamento previsto dell'indice entro il 2050 e il 2080, considerando i cambiamenti climatici sotto gli scenari di emissione SSP2-4.5 e SSP5-8.5.

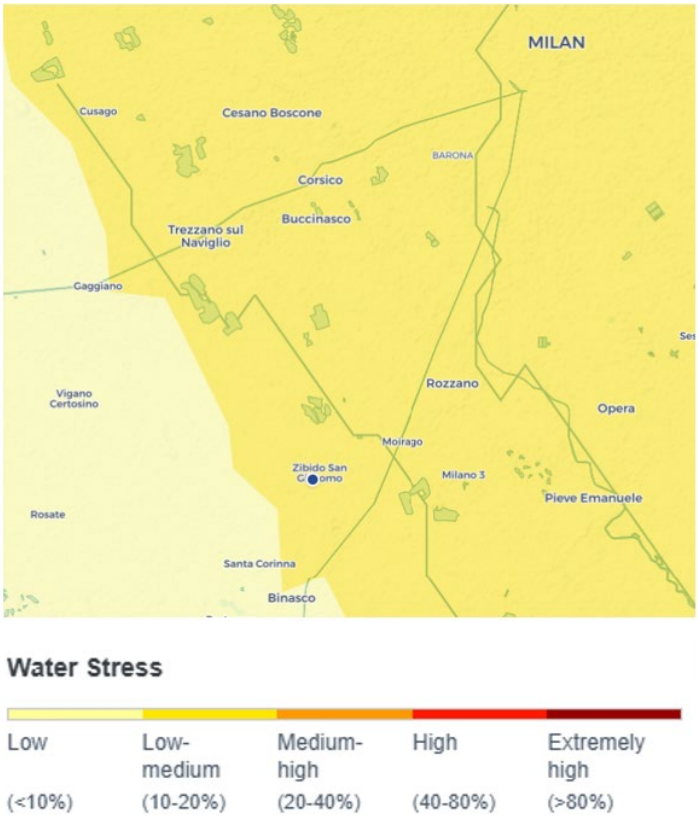

Figura 8-4 Indice di stress idrico nello scenario attuale (1979-2019)

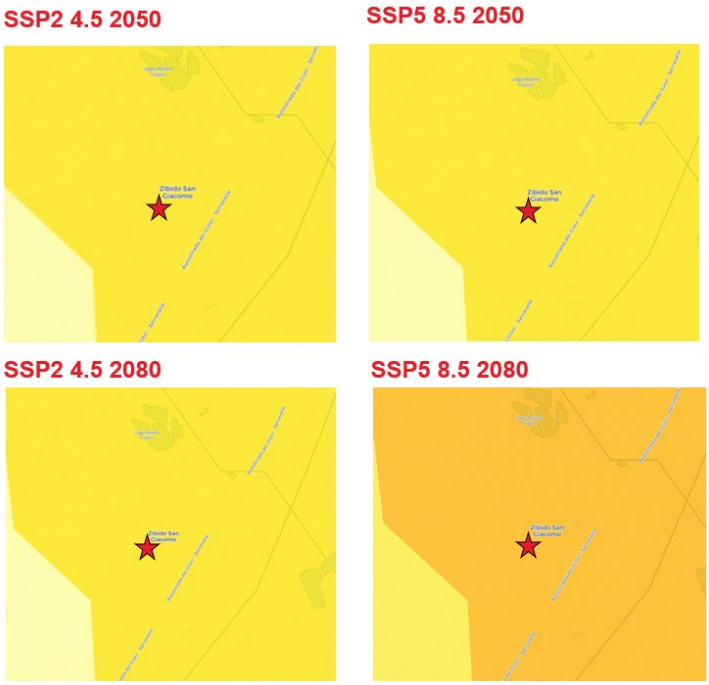

Figura 8-5 Indice di stress idrico negli scenari futuri

La Tabella 8-10 presenta la classificazione della pericolosità basata sui valori dell'Indice di Stress Idrico (WSI). I risultati indicano che questo pericolo, attualmente classificato come basso, rimane invariato nella maggior parte degli scenari, ad eccezione della proiezione più estrema e a lungo termine, specificamente lo scenario SSP5-8.5 del 2080.

In questo caso, l'indice di stress idrico aumenta di una classe di pericolosità, raggiungendo un livello moderato, suggerendo una potenziale intensificazione della competizione per le risorse idriche tra gli utenti. Tuttavia, è importante riconoscere i limiti di questi indicatori su scala locale, poiché l'indice di stress idrico non tiene esplicitamente conto delle esigenze di flusso ambientale, della qualità dell'acqua o dell'accessibilità all'acqua

Stress idrico	Valore della variabile	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	10-20%	Basso	L'indice di stress idrico rimane nell'intervallo 10-20%, indicando una classificazione di pericolo costantemente bassa con nessun aumento significativo previsto dello stress idrico.
2050 / SSP2-4.5	10-20%	Basso	
2050 / SSP5-8.5	10-20%	Basso	
2080 / SSP2-4.5	10-20%	Basso	
2080 / SSP5-8.5	20-40%	Moderato	L'indice di stress idrico aumenta fino al 20-40%, con conseguente passaggio a una classificazione di pericolo moderato. Suggerendo un potenziale aumento della competizione per le risorse idriche.

Tabella 8-10 Classificazione della pericolosità da stress idrico basata sull'indice di stress idrico (WSI) per i diversi scenari climatici

Precipitazioni intense - neve

Il pericolo di precipitazioni intense – neve è definito come un evento in cui si accumula una notevole quantità di neve in un breve periodo, causando significativi disagi nei servizi infrastrutturali.

Per valutare la probabilità di forti nevicate durante il periodo attuale, si considera la probabilità che tali eventi si verifichino presso il sito in cui si trova l'opera. Per questa analisi sono stati utilizzati i dati storici delle nevicate provenienti dalla stazione meteorologica di Seriano, situata a circa 18 km dal sito di studio e che coprono il periodo dal 1998 al 2023.

In linea con i sistemi di allerta stabiliti da diversi paesi europei, tra cui Italia, Belgio, Irlanda e Svizzera, la neve viene classificata come potenzialmente pericolosa quando si accumula fino a 20 cm o più in un periodo di 24 ore. Pertanto, sono stati inclusi nell'analisi solo gli eventi di precipitazioni nevose che soddisfano o superano questa soglia.

Le soglie per il periodo di ritorno si basano sulla scala di probabilità dell'IPCC, che valuta la probabilità di superare un evento di forte nevicata durante la vita progettuale dell'asset, stimata in 50 anni. La classificazione della probabilità e dei livelli di pericolo è dettagliata nella

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Probabilità di occorrenza P(50)	Soglia del periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Precipitazioni intense - neve	Precipitazioni nevose in un giorno ≥20 cm	< 10%	> 475 anni	Molto basso
		10%≤ a <33%	> 125 anni	Basso
		33%≤ a <66%	125 anni a 46 anni	Moderato
		66%≤ a <90%	< 46 anni	Alto
		≥ 90%	< 22 anni	Molto alto

Tabella 8-11.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Probabilità di occorrenza P(50)	Soglia del periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Precipitazioni intense - neve	Precipitazioni nevose in un giorno ≥20 cm	< 10%	> 475 anni	Molto basso
		10%≤ a <33%	> 125 anni	Basso
		33%≤ a <66%	125 anni a 46 anni	Moderato
		66%≤ a <90%	< 46 anni	Alto
		≥ 90%	< 22 anni	Molto alto

Tabella 8-11 Classificazione per la valutazione della probabilità di occorrenza di precipitazioni intense - neve

La probabilità di occorrenza di precipitazioni nevose intense con un periodo di ritorno di 50 anni presso il sito del progetto è stata stimata utilizzando i dati delle nevicate dalla stazione di Seriano, situata in un ambiente rurale simile all'area di studio e non influenzata dall'effetto isola di calore urbano. I dati delle nevicate della

stazione dal 2000 al 2021 sono stati analizzati per stimare la probabilità di forti nevicate su un periodo di 50 anni. I risultati indicano che la probabilità di tali eventi supera il 90%, classificando il pericolo come "Molto Probabile."

La

Data	Altezza neve (cm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
Dicembre 24-25, 2000	20	2.1	-0.3
Marzo 3, 2005	20	NA	NA
Gennaio 26-27, 2006	55	0.7	-5.3
Gennaio 6-7-8, 2009	43	2.9	-1.2
Dicembre 28, 2020	22	2.3	-1.1

Tabella 8-12 mostra il numero di nevicate intense considerando gli eventi di neve con una profondità ≥20 cm nel periodo 2000-2021 (clima attuale).

Data	Altezza neve (cm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
Dicembre 24-25, 2000	20	2.1	-0.3
Marzo 3, 2005	20	NA	NA
Gennaio 26-27, 2006	55	0.7	-5.3
Gennaio 6-7-8, 2009	43	2.9	-1.2
Dicembre 28, 2020	22	2.3	-1.1

Tabella 8-12 Precipitazioni nevose con altezza del manto maggiore o uguale a 20 cm. Registrazione dalla stazione di Seriano (2000-2021)

La probabilità di future precipitazioni nevose intense si basa sulla letteratura e sulle tendenze future delle nevicate in Europa in un clima che cambia, secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente. Con un'osservazione attuale che le nevicate annuali "sono generalmente diminuite in tutta Europa, specialmente a basse altitudini", si segnala anche che questa tendenza tende a continuare in futuro nell'Europa centrale, "dove potrebbe quasi scomparire in molte regioni a bassa altitudine." È anche probabile che la stagione nevosa diventi più corta con "riduzioni superiori a 100 giorni" entro il 2100 in alcune aree dell'Europa occidentale. Considerando tutto ciò, sebbene la probabilità di precipitazioni nevose intense in futuro tenda a diminuire, non ci sono dati quantificati che consentano di valutare se il cambiamento potrebbe modificare significativamente la probabilità di forti nevicate. Per un'ipotesi conservativa, la classificazione della pericolosità è mantenuta come "Molto Alto" anche in futuro.

La Tabella 8-13 mostra la probabilità di precipitazioni intense (neve/ghiaccio) per il periodo di riferimento e per gli scenari di emissione SSP2-4.5 e SSP5-8.5 per la metà secolo (2050) e a lungo termine (2100).

Precipitazioni intense – neve	Probabilità di occorrenza P(50)	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	99%	Molto alto	Gli studi attuali e le proiezioni di cambiamento in Europa suggeriscono che la frequenza delle nevicate in futuro diminuirà nella posizione dell'asset.
2050 / SSP2-4.5	-	Molto alto	
2050 / SSP5-8.5	-	Molto alto	
2100 / SSP2-4.5	-	Molto alto	
2100 / SSP5-8.5	-	Molto alto	

Tabella 8-13 Classificazione delle probabilità di occorrenza delle abbondanti precipitazioni nevose

Precipitazioni intense - grandine

Le precipitazioni di grandine intense sono definite come una tempesta con grandine di diametro minimo di 5 cm.

Per valutare il rischio associato alla grandine intensa, è stata stimata la probabilità di eventi di precipitazioni intense basandosi su uno studio completo sui temporali di grandine e il cambiamento climatico condotto da Raupach et al. (2021) [12].

La classificazione è mostrata nella Tabella 8-14 e utilizza la probabilità di occorrenza di una grandinata con chicchi di almeno 5 cm di diametro (da cui iniziano a essere registrati danni non trascurabili agli edifici). La valutazione della probabilità si basa sulla scala di probabilità dell'IPCC, considerando le probabilità di superamento di uno di questi temporali di grandine durante la vita progettuale dell'asset, stimata in 50 anni.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Probabilità di occorrenza (P50)	Soglia del periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Precipitazioni intense (grandine)	Grandinata ≥5cm di diametro	< 10%	> 475 anni	Molto basso
		10%≤ a <33%	> 125 anni	Basso
		33%≤ a <66%	125 anni a 46 anni	Moderato
		66%≤ a <90%	< 46 anni	Alto
		≥ 90%	< 22 anni	Molto alto

Tabella 8-14 Classificazione per la valutazione della probabilità di occorrenza di precipitazioni intense - grandine

Raupach et al. (2021) hanno analizzato le tendenze delle precipitazioni di grandine derivanti da dati storici acquisiti presso "stazioni meteorologiche distanziate in modo impreciso" nell'Europa centrale e occidentale, osservando che il numero di giorni di grandine "è generalmente aumentato" in queste regioni. La Figura 8-4 indica che il tasso di temporali di grandine con chicchi di diametro superiore a 5 cm è inferiore a 0,07 eventi all'anno. Il periodo di ritorno di tale pericolo è quindi superiore a 142 anni: questo è classificato come "Poco Probabile che si verifichi."

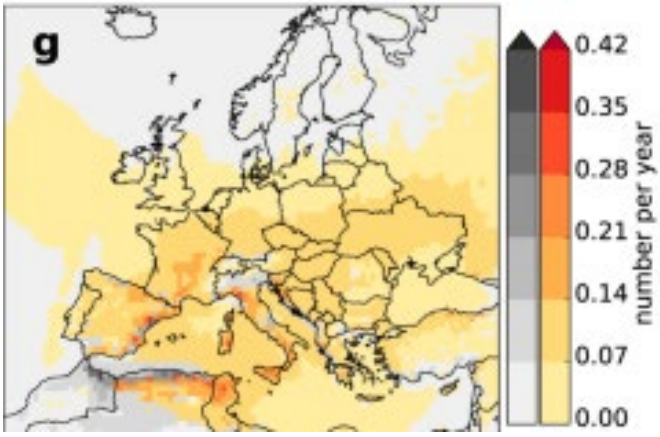

Figura 8-6 Tasso medio di grandinate con diametro >5 cm dalle osservazioni storiche tra il 1971 e il 2000[13]

Per quanto riguarda le condizioni future, la ricerca di Raupach et al. (2021) evidenzia che le osservazioni e i modelli mostrano un aumento complessivo, seppur lieve, nella probabilità di temporali di grandine e nella dimensione dei chicchi di grandine in Europa. Ciò è dovuto a un aumento generale dell'instabilità convettiva, che si verifica principalmente durante la stagione più fredda. Utilizzando diversi modelli climatici regionali, Radler et al. (2019) indicano che la probabilità di temporali di grandine potrebbe aumentare presso il sito del progetto per elementi di grandine superiori a 5 cm (Figura 8-7) negli scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5 (versione precedente degli scenari SSP2-4.5 e SSP5-8.5). Nel peggiore dei casi, un aumento dall'80% al 160% dei temporali con grandine di grandi dimensioni potrebbe verificarsi entro la fine del secolo nell'ambito dello scenario RCP8.5, riducendo il periodo di ritorno di tali eventi a 78-102 anni.

[12] Raupach et. al, 2021. https://www.nature.com/articles/s43017-020-00133-9

[13] Rädler, A.T., Groenemeijer, P.H., Faust, E. et al. Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability. npj Clim Atmos Sci 2, 30 (2019). https://doi.org/10.1038/s41612-019-0083-7

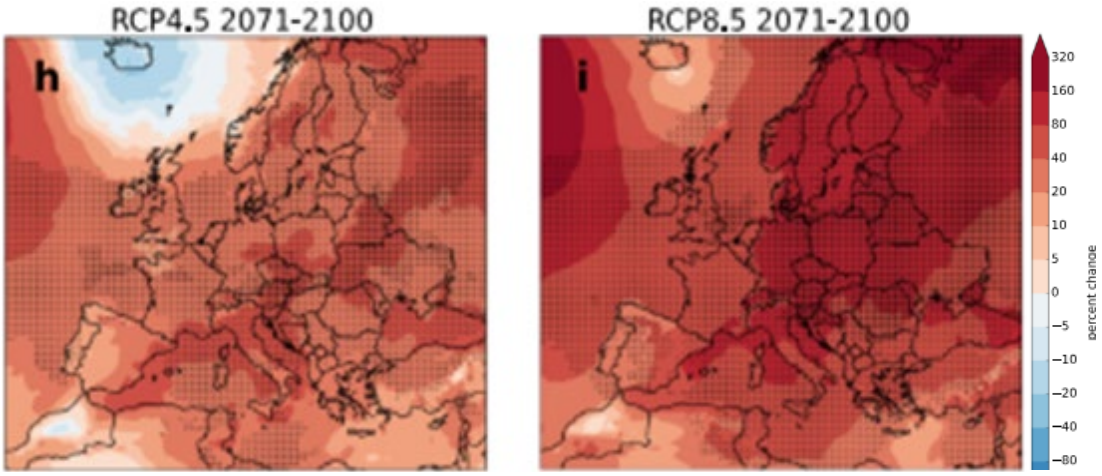

Figura 8-7 Il cambiamento previsto nei periodi annuali di 6 ore con grandine > 5 cm per la fine del secolo, 2071-2100, considerando il cambiamento climatico negli scenari di emissione RCP4.5 (a sinistra) e RCP8.5 (a destra)

Basandosi sui dati e sullo schema di classificazione sopra mostrato viene individuata la probabilità di precipitazioni intense – grandine per il periodo di riferimento e per gli scenari di emissioni RCP4.5 e RCP8.5 per il lungo periodo (2100). Considerando la tendenza osservata, il valore di pericolo più alto tra gli scenari attuali e futuri a lungo termine è stato attribuito in modo conservativo agli scenari del 2050, per i quali non sono disponibili modelli climatici.

Precipitazioni intense – grandine	Probabilità di occorrenza P(50)	Classificazione del pericolo
Riferimento	29.5%	Basso
2050 / RCP4.5	-	Moderato
2050 / RCP8.5	-	Moderato
2100 / RCP4.5	38.7%	Moderato
2100 / RCP8.5	46.7%	Moderato

Tabella 8-15 Classificazione della probabilità di accadimento di precipitazioni intense da grandine

Alluvione pluviale

Il rischio di alluvioni pluviali è definito come un accumulo di acqua sopra il suolo causato da forti piogge o scioglimento della neve e rapido deflusso dalle aree pavimentate.

La classificazione delle alluvioni pluviali in questo studio è determinata utilizzando le mappe di precipitazione Fathom, che forniscono dati con una risoluzione di 30 metri. Queste mappe sono derivate dalle stime della profondità di alluvione associate a un evento di precipitazione corrispondente a un periodo di ritorno di 100 anni. Il modello sottostante utilizzato per generare queste proiezioni è il CMIP6.

La

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Alluvione pluviale	Profondità dell'acqua (in cm) in relazione all'evento di piena nel periodo di ritorno di 100 anni	< 25cm	Molto basso
		25cm ≤ profondità < 50cm	Basso
		50cm ≤ profondità < 75cm	Moderato
		75m ≤ profondità < 100cm	Alto
		≥ 100cm	Molto alto

Tabella 8-16 mostra il limite associato ad ogni livello di pericolo.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Alluvione pluviale	Profondità dell'acqua (in cm) in relazione all'evento di piena nel periodo di ritorno di 100 anni	< 25cm	Molto basso
		25cm ≤ profondità < 50cm	Basso
		50cm ≤ profondità < 75cm	Moderato

		75m ≤ profondità < 100cm	Alto
		≥ 100cm	Molto alto

Tabella 8-16 Classificazione per la valutazione della pericolosità di alluvione pluviale

La Figura 8-8 mostra la mappa della profondità di alluvione associata a un evento di precipitazione con periodo di ritorno di 100 anni per lo scenario attuale. La profondità massima dell'alluvione all'interno dei confini del sito è di 53 cm. La probabilità di alluvione pluviale durante il periodo di riferimento è quindi valutata come "Moderata".

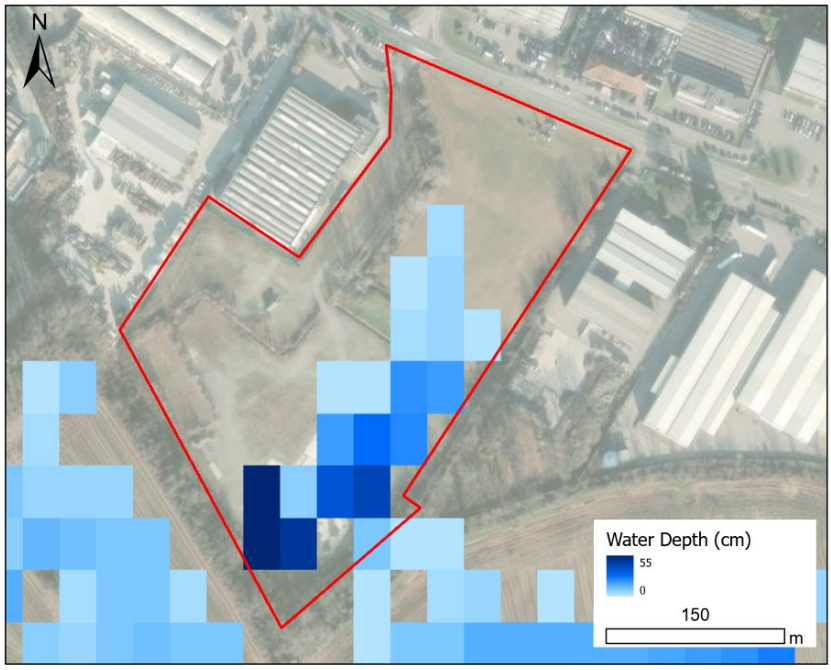

Figura 8-8 Profondità dell'alluvione associata a un evento di precipitazione con periodo di ritorno di 100 anni per lo scenario attuale. La posizione dell'infrastruttura è identificata dal poligono rosso.

La Figura 8-9 presenta la mappa della profondità di alluvione associata a un evento di precipitazione con periodo di ritorno di 100 anni per gli scenari futuri. La profondità massima dell'alluvione all'interno dei confini del sito rimane a 53 cm in tutti gli scenari, tranne che per lo scenario SSP5-8.5 2100, che mostra un lieve aumento a 54 cm. Di conseguenza, la probabilità di alluvione pluviale per il periodo di riferimento è classificata come "Moderata".

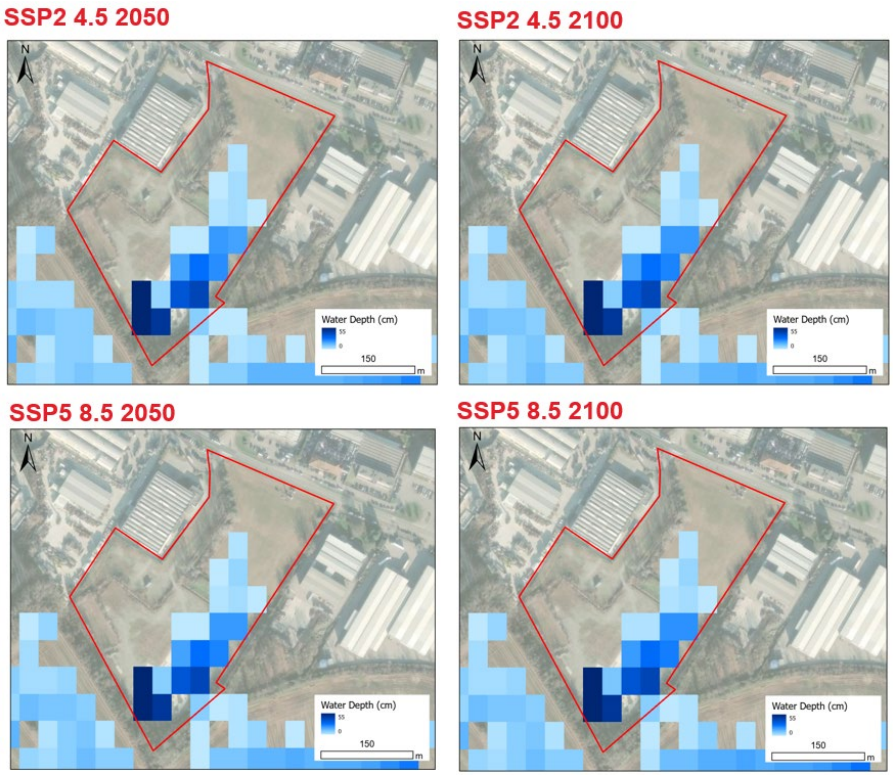

Figura 8-9 Profondità dell'alluvione associata a un evento di precipitazione con periodo di ritorno di 100 anni per gli scenari futuri. La posizione dell'asset è identificata dal poligono rosso.

I risultati mostrati nella Tabella 8-17 indicano che il pericolo rimane costantemente a un livello moderato in tutti gli scenari, con solo un leggero aumento del valore della variabile di pericolosità nello scenario SSP5-8.5 2100. Ciò suggerisce che, sebbene le future condizioni climatiche possano portare a lievi aumenti della profondità dell'alluvione, non si prevede un aumento significativo nella classificazione della pericolosità.

Inondazioni pluviali	Valore della variabile	Classificazione del pericolo	Commento
Riferimento	53 cm	Moderato	Le future condizioni climatiche potrebbero portare a lievi aumenti della profondità di alluvione, ma non si prevede un aumento significativo nella classificazione del rischio.
2050 / SSP2-4.5	53 cm	Moderato	
2050 / SSP5-8.5	53 cm	Moderato	
2100 / SSP2-4.5	53 cm	Moderato	
2100 / SSP5-8.5	54 cm	Moderato	

Tabella 8-17 Classificazione della pericolosità per inondazioni pluviali

Tempeste di vento

La probabilità associata a possibili tempeste di vento nel clima attuale è stata valutata utilizzando l'approccio delineato nel codice di riferimento per la progettazione di strutture, qui indicato come NTC-2018 (Norme tecniche per le costruzioni, Capitolo 3.3 Azioni di vento, 2018).

Le norme NTC-2018 forniscono una mappa delle velocità del vento di progetto derivata da un'analisi statistica dei dati storici delle tempeste di vento provenienti da numerose stazioni meteorologiche di superficie in tutto il paese (Figura 8-10). Le velocità del vento di progetto (media su 10 minuti) sono relative a un'altezza di 10 metri sopra il suolo in una esposizione a terreno aperto e hanno un periodo di ritorno di 50 anni, equivalente a una probabilità annuale di superamento dello 0,02%. Zibido San Giacomo si trova nella Zona 1 e ha una velocità del vento di progetto con periodo di ritorno di 50 anni pari a 25 m/s. Il sito del progetto si trova al confine di Zibido San Giacomo e in un'esposizione a terreno aperto; quindi, non sono state applicate ulteriori correzioni a tale valore.

Zone	Description	Basic design wind speed (m/s)
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (except for the province of Trieste)	25
2	Emilia Romagna	25
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (except for the province of Calabria)	27
4-6	Sardegna, Sicilia e province of Reggio Calabria	28
7	Liguria	28
8	Province of Trieste	30
9	Islands (except for Sicilia and Sardegna) and open waters	31

Figura 8-10 Zone ventose in accordo alle NTC 2018 e relative velocità di base del vento (m/s)

La curva di pericolsità del vento nel sito è stata derivata utilizzando la relazione fornita dalle NTC-2018 per stimare le velocità ai diversi periodi di ritorno in base al numero di tempeste di vento registrate tipicamente nella zona. La curva di rischio risultante è mostrata nella Figura 8-11.

Sulla curva di pericolosità sono riportati i limiti inferiori della scala Beaufort per una "tempesta" e una "tempesta violenta". Questa scala relaziona le velocità del vento ai danni potenziali sulla terra, inclusi alberi abbattuti, danni agli edifici e alle linee elettriche, e percorsi inaccessibili. In particolare, una "tempesta" è definita come una velocità del vento di 10 minuti superiore a 89 km/h (24,7 m/s), mentre una "tempesta violenta" è definita come una velocità del vento di 10 minuti superiore a 103 km/h (28,6 m/s).

La classificazione del pericolo è mostrata nella

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Probabilità di occorrenza (P50)	Soglia del periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Tempesta di vento	Velocità del vento superiore a 103 km/h per 10 minuti (tempesta violenta).	< 10%	> 475 anni	Molto basso
		10%≤ a <33%	> 125 anni	Basso
		33%≤ a <66%	125 anni a 46 anni	Moderato
		66%≤ a <90%	< 46 anni	Alto
		≥ 90%	< 22 anni	Molto alto

Tabella 8-18 e utilizza il periodo di ritorno della velocità del vento associata alla "tempesta violenta". La valutazione della probabilità si basa sulla scala di probabilità dell'IPCC considerando le probabilità di superamento della velocità del vento associata durante la vita utile dell'asset, pari a 50 anni. Secondo questa classificazione, il pericolo nel sito è definito come basso.

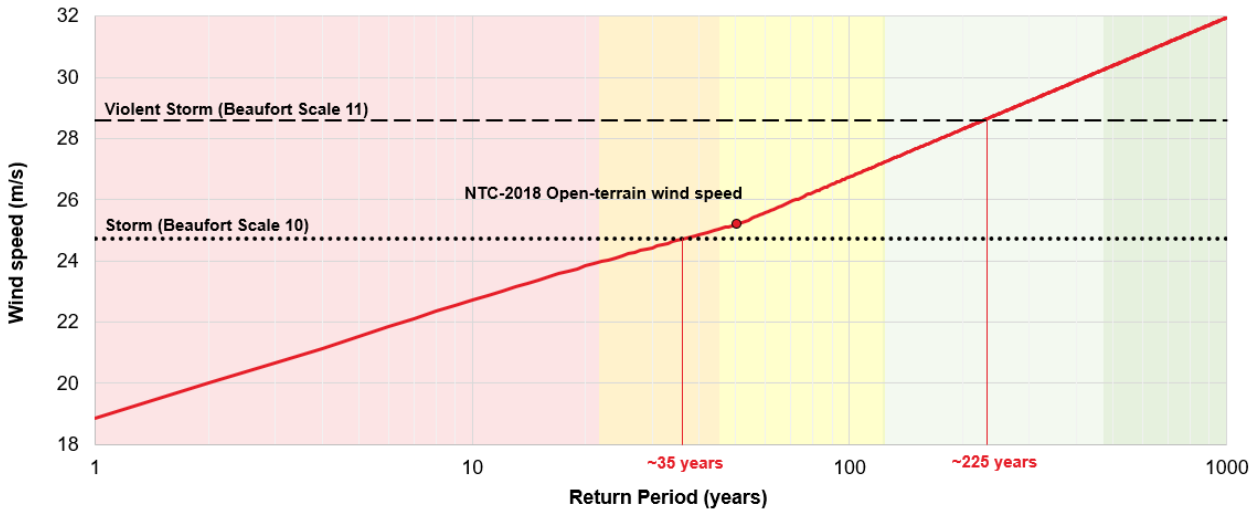

Figura 8-11 Curva di pericolosità per le tempeste di vento a Zibido San Giacomo estratta dalle Norme Tecniche (Norme tecniche per le costruzioni, Capitolo 3.3 Azioni di vento, 2018)

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Probabilità di occorrenza (P50)	Soglia del periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Tempesta di vento	Velocità del vento superiore a 103 km/h per 10 minuti (tempesta violenta).	< 10%	> 475 anni	Molto basso
		10%≤ a <33%	> 125 anni	Basso
		33%≤ a <66%	125 anni a 46 anni	Moderato
		66%≤ a <90%	< 46 anni	Alto
		≥ 90%	< 22 anni	Molto alto

Tabella 8-18 Classificazione per la valutazione della probabilità di occorrenza delle tempeste di vento

Le condizioni future del vento sono valutate utilizzando le mappe ad alta risoluzione dei cambiamenti climatici pubblicate dalla Fondazione CMCC[14]. Queste mappe sono generate utilizzando i dati climatici VHR-PRO_IT (Raffa et al., 2023) con una risoluzione spaziale di circa 2,2 km e una risoluzione temporale oraria. I dati comprendono due scenari (RCP4.5 e RCP8.5) e il periodo futuro 2036-2065, consentendo una valutazione qualitativa delle differenze nelle velocità di vento estreme proiettate sotto diversi scenari climatici. La "velocità del vento estrema" in questo dataset è il 98° percentile delle velocità massime giornaliere del vento (media su 1 ora) durante il periodo di interesse. I dati relativi a Zibido San Giacomo indicano un cambiamento trascurabile (circa 1%) nella velocità del vento estremo in entrambi gli scenari. Pertanto, dato il cambiamento trascurabile e la limitazione intrinseca dei modelli climatici nel catturare eventi di vento estremo localizzati, viene applicata la stessa classe di probabilità del rischio per le condizioni climatiche attuali e future. È tuttavia importante monitorare regolarmente i progressi nella ricerca e nella modellizzazione climatica sugli eventi di vento estremo e rivedere queste ipotesi in futuro.

[14] Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

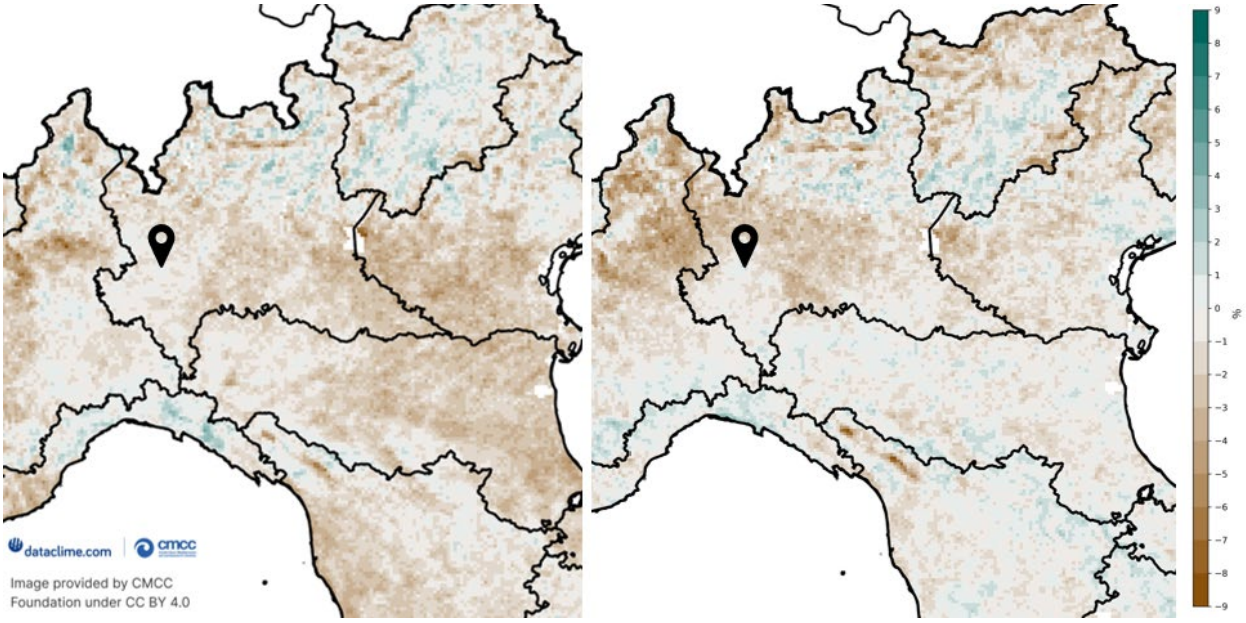

Figura 8-12 Proiezioni della velocità del vento estremo (98° percentile della velocità massima giornaliera) per il periodo 2036-2065 considerando gli scenari di emissione RCP4.5 (a sinistra) e RCP8.5 (a destra) fornite dalla Fondazione CMCC

Tempesta di vento	Periodo di ritorno	Classificazione del pericolo
Riferimento	225 anni	Basso
2050 / SSP2-4.5	225 anni	Basso
2050 / SSP5-8.5	225 anni	Basso
2100 / SSP2-4.5	225 anni	Basso
2100 / SSP5-8.5	225 anni	Basso

Tabella 8-19 Classificazione del pericolo di tempeste di vento

Tornado

I tornado sono eventi di vento convettivi caratterizzati da colonne di aria strette e intensamente rotanti che si estendono da un temporale fino al suolo e sono associati a velocità del vento estremamente intense. L'intensità di un evento di vento tornadico è valutata in base ai danni causati all'ambiente costruito utilizzando la scala Fujita (

Categoria	Velocità del vento (km/h)	Velocità del vento (mph)	Danno
F0	64-116	40-72	Danno lieve
F1	117-180	73-112	Danno moderato
F2	181-253	113-157	Danno significativo
F3	254-332	158 – 206	Danno grave
F4	333-418	207-260	Danno devastante
F5	419-512	261-318	Danno incredibile

Tabella 8-20). Considerando le dimensioni relativamente piccole dei tornado rispetto ad altre tempeste di vento, la probabilità di impatto sul sito dipende in parte dalla dimensione dell'asset. Venti tornadici leggeri possono causare danni ad attrezzature esposte (ad esempio, refrigeratori e ventilatori di scarico), rompere finestre e danneggiare le coperture del tetto. I venti dei tornado intensi superano i livelli per cui un edificio è progettato per resistere, e un impatto diretto causerebbe danni gravi o il crollo dell'edificio.

Categoria	Velocità del vento (km/h)	Velocità del vento (mph)	Danno
F0	64-116	40-72	Danno lieve
F1	117-180	73-112	Danno moderato
F2	181-253	113-157	Danno significativo
F3	254-332	158 – 206	Danno grave
F4	333-418	207-260	Danno devastante
F5	419-512	261-318	Danno incredibile

Tabella 8-20 Scala Fujita

La Figura 8-13 e la Figura 8-14 riportano rispettivamente le posizioni e il numero di tutti i report di tornado inclusi nel Database Europeo dei Fenomeni Meteorologici Estremi (ESWD). L'ESWD consiste in un archivio basato su report di eventi meteorologici estremi, provenienti sia da osservazioni meteorologiche che da avvistamenti visivi. I dati sono sottoposti a controllo di qualità dal Laboratorio Europeo delle Tempeste Severe (ESSL) o dai suoi partner. Il database è stato creato solo nel 2006, e qualsiasi registrazione preesistente è stata tratta da dataset nazionali storici. Sebbene tornado fino alle categorie F3 e F4 della scala Fujita siano stati registrati in Europa (Groenemeijer & Kühne, 2014), la maggior parte dei report recenti è associata alle categorie F0 e F2.

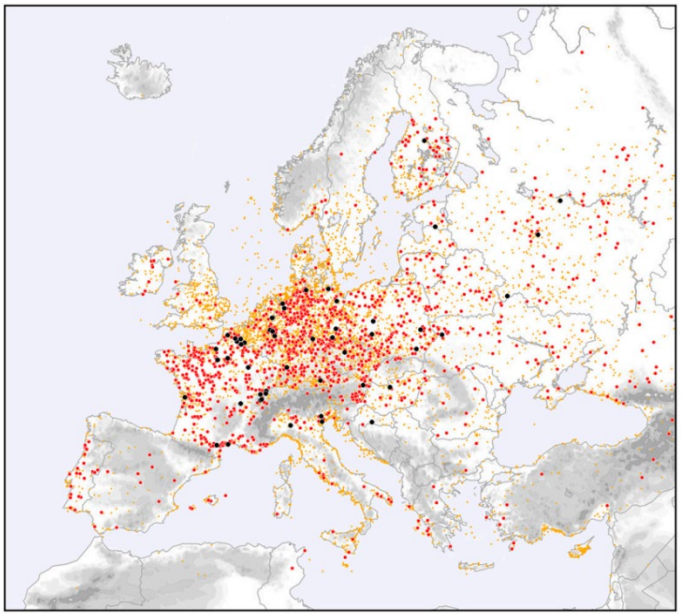

Figura 8-13 Posizione di tutte le registrazioni sui tornado inclusi nel Database Europeo dei Fenomeni Meteorologici Estremi (ESWD). I punti arancioni rappresentano tornado deboli (F0, F1) e non classificati; i punti rossi rappresentano tornado forti (F2, F3); i punti neri rappresentano tornado violenti (F4, F5). Figure estratte da Groenemeijer & Kühne (2014).

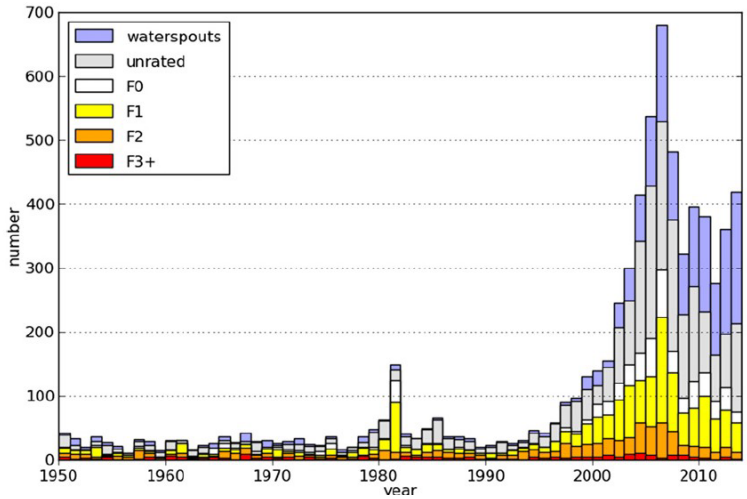

Figura 8-14 Numero di registrazioni di tornado classificati per anno inclusi nel Database Europeo dei Fenomeni Meteorologici Estremi (ESWD) dal 1950 al 2010 (Groenemeijer & Kühne, 2014).

La Figura 8-15 mostra il numero medio annuale di tornado registrati nel Database Europeo dei Fenomeni Meteorologici Estremi (ESWD) durante il periodo 2004-2013 e analizzati da Antonescu[15]. La Figura 8-16 illustra la densità di tornado e di tornado forti-violenti (F2 e superiori) inclusi nell'ESWD fino a dicembre 2013 e analizzati da Groenemeijer e Kühne (2014).

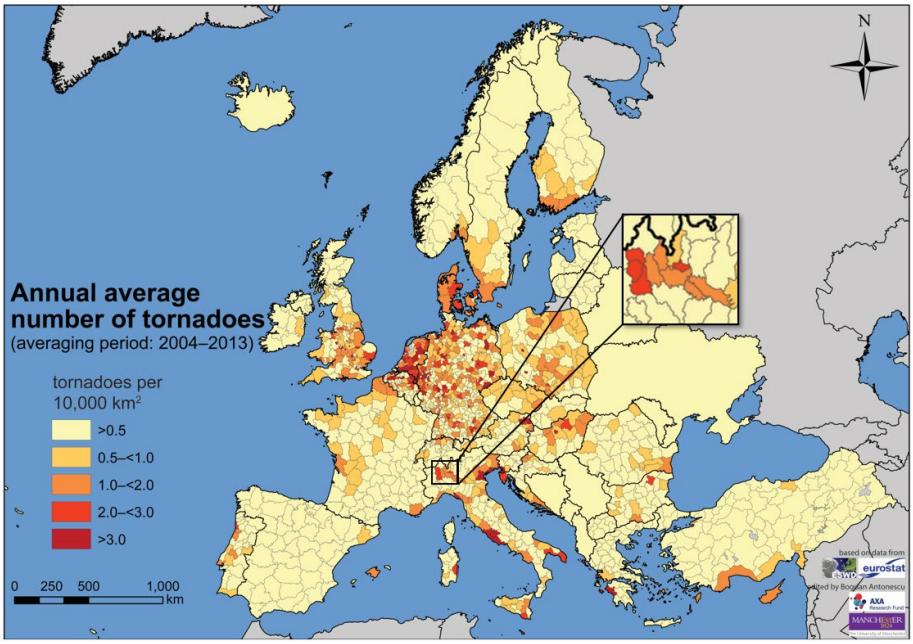

Figura 8-15 Numero medio annuale di tornado per regioni amministrative europee (fonte: Antonescu[16]).

[15] https://bogdanantonescu.squarespace.com/blog/?offset=1411727645881 , consultato il 26 Settembre 2023.

[16] https://bogdanantonescu.net/blog/2014/9/18/tornadoes-in-europe

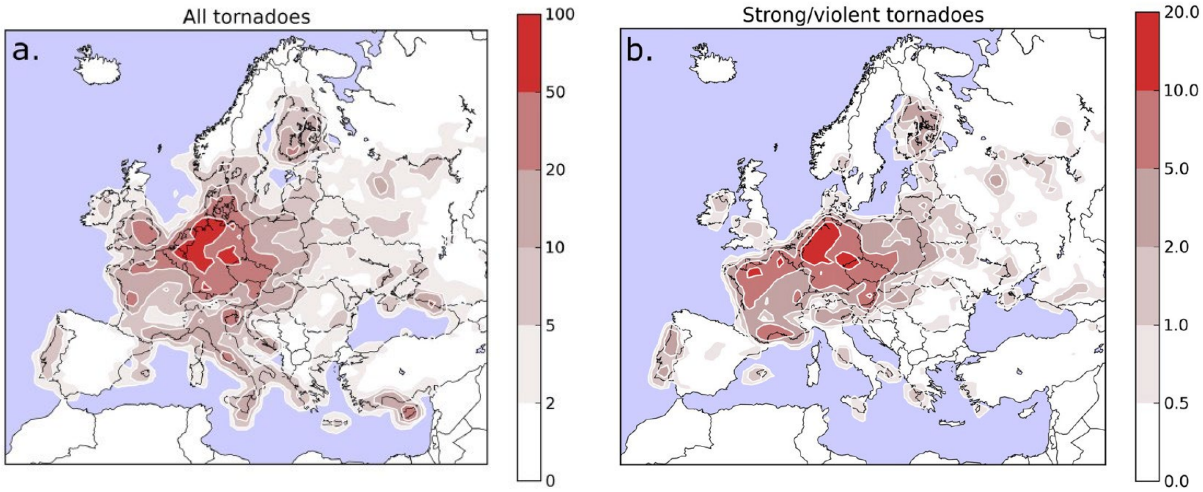

Figura 8-16 Numero di eventi di tornado (a sinistra) ed eventi di tornado forti–violenti (F2 e più forti) (a destra) per 10.000 km² (fonte: Groenemeijer e Kühne, 2014). La densità è stata calcolata dividendo il numero di eventi entro (a) 100 km e (b) 200 km da un punto per l'area superficiale di un cerchio con il rispettivo raggio.

Ulteriori studi per il contesto italiano sono stati condotti da Miglietta e Matsangouras (2018), che hanno considerato e valutato le registrazioni dell'ESWD insieme a fonti aggiuntive pubblicamente disponibili per un periodo di 10 anni tra il 2007 e il 2016. I risultati della loro ricerca mostrano che, durante il periodo selezionato di 10 anni, l'Italia ha registrato circa 10-13 eventi di magnitudo EF1 o superiore all'anno; una media di 2,4 eventi EF2 o superiori all'anno; e rari eventi EF3 o superiori. La mappa nella Figura 8-17 illustra il numero di tornado per anno in Italia per 10.000 km², come raccolto da Miglietta e Matsangouras (2018) e modificato da De Martin (2022). I tornado registrati in Lombardia sono originati nell'entroterra e sono più frequenti durante la tarda primavera e l'estate. Come riportato dagli autori, alcuni eventi originati nell'entroterra della Pianura Padana tra Emilia-Romagna e Lombardia sono di magnitudo EF2+. Un esempio è dato dal tornado che ha colpito la Pianura Padana il 19 settembre 2021 (De Martin, 2022), quando sono stati registrati sette diversi tornado tra Lombardia ed Emilia-Romagna, con due a Settimo Milanese (MI, EF0, ~15 km dal sito), Roncaro (PV, EF1, ~20 km dal sito) e Corte Palasio (LO, F2, ~35 km dal sito).

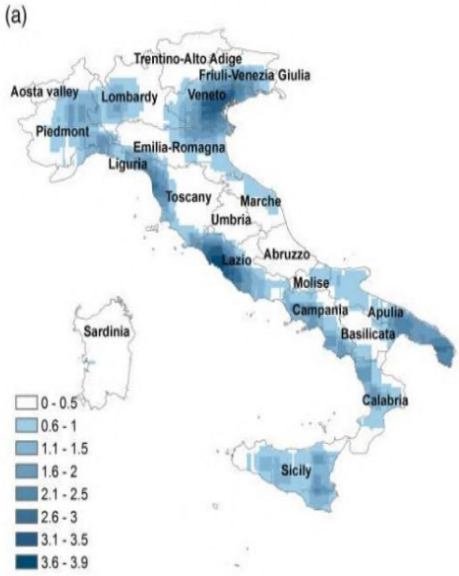

Figura 8-17 Numero di tornado per 10.000 km² riportato da Miglietta e Matsangouras (2018) e modificato da De Martin (2022).

Per questo studio, la probabilità di occorrenza del pericolo da vento dovuto a un evento tornadico è valutata sulla base dello studio condotto da Antonescu (2014) riportato nella Figura 8-15 e riassunto nella

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Tornado	Numero medio annuo di tornado ogni 10,000 km^2	> 0.5	Molto basso
		0.5 a <1	Basso
		1 a <2	Moderato
		2 a <3	Alto
		>3	Molto alto

Tabella 8-21.

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Tornado	Numero medio annuo di tornado ogni 10,000 km^2	> 0.5	Molto basso
		0.5 a <1	Basso
		1 a <2	Moderato
		2 a <3	Alto
		>3	Molto alto

Tabella 8-21 Classificazione per valutare la probabilità di un evento tornadico in prossimità dell'asset

Il data centre di Zibido San Giacomo si trova in un'area in cui il numero medio annuale di tornado è compreso tra 1 e 2 per 10.000 km² (Figura 8-15Figura 8-15). Pertanto, la probabilità che si verifichi un evento tornadico vicino all'asset viene considerata "Moderata" (

Pericolo	Variabile usata per classificare il pericolo	Limite	Classificazione del pericolo
Tornado	Numero medio annuo di tornado ogni 10,000 km^2	> 0.5	Molto basso
		0.5 a <1	Basso
		1 a <2	Moderato
		2 a <3	Alto
		>3	Molto alto

Tabella 8-21).

Tornado	Variabile usata per classificare il pericolo	Classificazione del pericolo
Riferimento		Moderato

2050 / SSP2-4.5	Numero medio annuo di tornado ogni 10,000 km^2	Moderato
2050 / SSP5-8.5		Moderato
2100 / SSP2-4.5		Moderato
2100 / SSP5-8.5		Moderato

Sebbene un clima più caldo possa aumentare la disponibilità di umidità ed energia per alimentare tempeste severe, il cambiamento del rischio futuro legato all'attività tornadica rimane un tema di ricerca attiva. L'ultimo rapporto dell'IPCC (IPCC, 2023) afferma che c'è una bassa fiducia sugli effetti del cambiamento climatico sulla frequenza e l'intensità dei tornado, in parte a causa di incongruenze nei dati e delle limitazioni nei sistemi di monitoraggio. Pertanto, non ci sono evidenze di un aumento o di una diminuzione nella frequenza dei tornado in Europa. Per questo motivo, il rischio futuro di tornado presso il sito è considerato invariato rispetto allo scenario attuale (Tabella 8-22)

Tabella 8-22 Classificazione della probabilità di occorrenza dei tornado

Appendice III – Valutazione dell'impatto

I paragrafi successivi forniscono una descrizione qualitativa della gravità degli impatti dei rischi climatici rilevanti sui diversi componenti del progetto.

Impatto sulle strutture principali e secondarie

La struttura del Data Centre è progettata per ospitare server all'interno di sale dati dedicate. Include anche diverse aree di supporto per il funzionamento del data centre, come uffici amministrativi, stanze elettriche, stanze MEP (Meccaniche, Elettriche e Idrauliche), corridoi e passaggi, serbatoi e un'area per i generatori.

La struttura principale è un edificio a un piano con una pianta rettangolare che copre circa 13.500 m² (dimensioni massime di 200m x 68m) e un'altezza totale di 11,1 m. La parte centrale dell'edificio ospita l'area amministrativa, mentre le sezioni nord e sud contengono le sale dati e altre aree, comprese le stanze meccaniche e di servizio. La parte ovest ha un livello soppalcato che ospita stanze elettriche e servizi; il soppalco è collegato a passerelle di servizio che circondano il perimetro delle sale dati in tutto l'edificio.

Il sistema strutturale è costituito da colonne, travi e solette in cemento armato prefabbricato. Le colonne sono fissate alla base e formano il sistema di resistenza ai carichi laterali della struttura. Delle mensole in c.a. sostengono le travi prefabbricate, che sono inizialmente semplicemente appoggiate alle colonne durante la costruzione. La continuità di vincolo viene ottenuta attraverso un getto di completamento gettato sulla superficie del tetto e negli elementi di nodo nella configurazione finale dell'edificio. Le travi secondarie sono, inoltre, pretese.

Tabella 8-23 Valutazione dell'impatto sulle strutture principali e secondarie

Pericolo	Fondazioni	Colonne	Travi	Copertura	Pipe rack	Piastra di Fondazione area generatori	Torri di emissione dei generatori	Vulnerabilità Strutturale	Commento
Ondata di calore	NA	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Le temperature estreme di solito non compromettono l'integrità strutturale dei sistemi in c.a. Gli elementi strutturali sono protetti dalle radiazioni da componenti non strutturali, come le facciate. La vulnerabilità complessiva della struttura è quindi valutata come **Molto Bassa**.
Incendi	NA	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	La struttura è principalmente composta da cemento armato, un materiale non combustibile. Gli elementi strutturali non sono direttamente esposti agli incendi boschivi. Sulla copertura è installato uno strato di Sopralene che include additivi ritardanti di fiamma. La vulnerabilità dei componenti strutturali è valutata come **Bassa**.
Stress idrico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Il sistema strutturale è poco influenzato dallo stress idrico.
Precipitazioni intense - grandine	NA	NA	Molto Basso	Molto Basso	NA	NA	NA	Molto Basso	Le grandinate non compromettono l'integrità strutturale dei sistemi in cemento. La vulnerabilità complessiva del sistema strutturale è quindi valutata come **Molto Bassa**.
Precipitazioni intense - neve	NA	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	NA	NA	Molto Basso	Gli elementi strutturali orizzontali, come il tetto, sono generalmente progettati per supportare carichi che includono la neve. Non si prevedono danni a causa di precipitazioni nevose intense. La vulnerabilità è valutata come **Molto Bassa**.
Alluvione - pluiale	Molto Basso	Molto Basso	NA	Molto Basso	NA	NA	NA	Molto Basso	Le inondazioni pluviali non sono probabilmente in grado di influenzare i principali componenti strutturali. La vulnerabilità è valutata come **Molto Bassa**.
Tempesta di vento	NA	Basso	Basso	Basso	Basso	NA	Basso	Basso	Il vento è un fattore critico di progettazione per gli elementi strutturali verticali. La struttura può generalmente resistere a eventi di vento ad alta velocità. La vulnerabilità complessiva del sistema strutturale è valutata come **Bassa**.
Tornado	NA	Medio	Medio	Medio	Medio	NA	Medio	Medio	I tornado generalmente non vengono considerati nei carichi di progettazione. Tuttavia, la struttura è progettata per resistere ai carichi orizzontali e si ritiene sufficientemente robusta per resistere ai tornado. La vulnerabilità complessiva del sistema strutturale ai tornado è valutata come **Media**.

Impatto su componenti architettonici e non strutturali

L'edificio è progettato con sale server su entrambi i lati, e un'area amministrativa e una zona di carico posizionate centralmente. Le sale server sono dotate di scaffalature progettate per ospitare i server e sono supportate da stanze elettriche e meccaniche che percorrono longitudinalmente l'intero layout dell'edificio.

L'area amministrativa è studiata per soddisfare le esigenze del personale che lavora all'interno del data centre e include sale riunioni, uffici, una sala di controllo sicurezza e un cortile centrale che consente alla luce naturale di penetrare negli spazi interni. Le partizioni architettoniche, i controsoffitti sospesi e le apparecchiature meccaniche all'interno dell'area amministrativa sono supportate da strutture secondarie in acciaio per garantire stabilità e funzionalità.

La facciata dell'edificio è composta da pannelli sandwich con rivestimento metallico esterno, supportati da elementi in acciaio secondari (travi e colonne). Le facciate principali, allineate lungo la profondità dell'edificio, presentano lamelle e serrande che facilitano l'ingresso di aria fresca dall'esterno, garantendo la ventilazione delle sale server. Il tetto è costituito da una soletta in calcestruzzo gettato con una membrana impermeabile, isolamento e cartongesso. Un parapetto è situato su tutto il perimetro del tetto, costituito da cartongesso sorretto da colonne e travi in acciaio. La copertura è accessibile solo per attività di manutenzione.

Tabella 8-24 Valutazione dell'impatto sui componenti architettonici e non strutturali

Pericolo	Supporto per soffitti e pareti divisorie nell'area di amministrazione	Supporto per serrande, lamelle e attuatori	Facciate	Scaffalature DH	Pareti divisorie	Parapetti della copertura	Vulnerabilità componenti ARC-NS	Commento
Ondata di calore	NA	Molto basso	Molto basso	NA	NA	Molto basso	Molto basso	Le temperature estreme normalmente non compromettono la funzionalità dei componenti non strutturali. Le facciate sono progettate per proteggere l'edificio dalla radiazione solare e per favorire una buona circolazione dell'aria. La vulnerabilità complessiva dei componenti non strutturali è valutata come **Molto Bassa**.
Incendi	NA	Molto basso	Alto	NA	NA	Basso	Alto	Gli incendi boschivi potrebbero influenzare l'involucro edilizio, inclusi il tetto e le attrezzature montate sul tetto. I componenti non strutturali, come le facciate, sono generalmente progettati per essere resistenti al fuoco e realizzati con materiali a bassa combustibilità. Tuttavia, essi resistono normalmente al fuoco per un massimo di 120 minuti per garantire la sicurezza delle persone. Un'esposizione prolungata al fuoco potrebbe compromettere le facciate, e la vulnerabilità è valutata come **Alta**.
Stress idrico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	I componenti non strutturali e architettonici sono poco influenzati dallo stress idrico.
Precipitazioni intense - grandine	NA	NA	Basso	NA	NA	Molto basso	Basso	Sebbene le facciate e i parapetti siano esposti a tempeste di grandine, la loro vulnerabilità è valutata come Bassa a causa del loro orientamento verticale. Complessivamente, la vulnerabilità degli elementi architettonici è considerata **Bassa**.
Precipitazioni intense - neve	NA	NA	Molto basso	NA	NA	Molto basso	Molto basso	Non si prevede danno a causa di forti precipitazioni nevose per i componenti non strutturali. La vulnerabilità è valutata come **Molto Bassa**.
Alluvione - pluiale	Basso	NA	Medio	Molto basso	Basso	Molto basso	Medio	Le alte profondità di inondazione dovute a inondazioni pluviali possono generare una pressione idrostatica sul sistema di facciata. Questa pressione generalmente non è presa in considerazione nel processo di progettazione. La vulnerabilità è valutata come **Media**.
Tempesta di vento	NA	NA	Basso	NA	NA	Molto basso	Basso	Le facciate sono generalmente progettate per resistere ai carichi del vento, sebbene l'impatto di detriti e oggetti trasportati dall'aria venga generalmente

Pericolo	Supporto per soffitti e pareti divisorie nell'area di amministrazione	Supporto per serrande, lamelle e attuatori	Facciate	Scaffalature DH	Pareti divisorie	Parapetti della copertura	Vulnerabilità componenti ARC-NS	Commento
								trascurato. La vulnerabilità complessiva del sistema di facciata è valutata come **Bassa**.
Tornado	NA	NA	Medio	NA	NA	Medio	Medio	I sistemi di facciata non sono generalmente progettati per i tornado. Questi eventi coinvolgono una combinazione di alta velocità del vento e detriti volanti, che potrebbero causare danni alle facciate. La vulnerabilità è valutata come **Media**.

Impatto sull’impianto meccanico ed elettrico

I sistemi MEP (Meccanico, Elettrico e Idraulico) maggiormente critici per mantenere le prestazioni del Data Centre sono i sistemi di distribuzione elettrica e sistemi di raffreddamento meccanico. Entrambi sono essenziali per garantire l'operatività dei server e, di conseguenza, la continuità operativa.

Il Sistema di Distribuzione Elettrica assicura una fornitura stabile e affidabile di energia al Data Centre, supportando elementi critici come i server, il sistema di raffreddamento meccanico e le fonti di energia di backup. Il sistema è composto principalmente da trasformatori, quadri elettrici e UPS (Uninterruptible Power Supply). Il sistema è progettato con ridondanza per evitare interruzioni, con generatori diesel di backup (in totale 19 unità) che forniscono energia di emergenza in caso di guasto della rete elettrica. Sono stati utilizzati dispositivi di protezione, inclusi interruttori automatici, per proteggere le apparecchiature da guasti elettrici.

La Sottostazione fornisce la principale fonte di energia per il Data Centre. Nel caso in cui venga perso l'approvvigionamento alla sottostazione o la sottostazione stessa, i Generatori Diesel forniranno l'alimentazione di backup. Poiché sia la sottostazione che i generatori diesel sono situati esternamente all’edificio principale del Data Centre, sono più vulnerabili agli agenti esterni, e la perdita di entrambe le fonti di energia comporterebbe un significativo periodo di inattività dei server.

Il Sistema di Raffreddamento Meccanico mantiene una temperatura ottimale all'interno del Data Centre, prevenendo il surriscaldamento e garantendo un'ottima efficienza dei server. Le sale server utilizzano Data Hall Air Handling Units (DAHUs) con Extract Fans (EFs), che utilizzano il raffreddamento adiabatico, un processo che migliora l'efficienza del raffreddamento attraverso l'evaporazione dell'acqua per abbassare la temperatura dell'aria. Nelle stanze elettriche chiuse, i Computer Room Air Conditioners (CRACs) lavorano insieme a Air-Cooled Chillers (ACCs) per regolare la temperatura.

Le apparecchiature a bassa tensione, come gli UPS e i server stessi, sono ospitate all'interno del Data Centre e sono maggiormente protette dall'ambiente esterno. Queste aree interne, come le stanze elettriche e le sale server, sono termoregolate tramite il Sistema di Raffreddamento Meccanico. Tuttavia, l'efficienza di questo sistema di raffreddamento può essere influenzata dalla temperatura e umidità esterne, in particolare quando i livelli superano la soglia operativa massima, dato il processo di raffreddamento adiabatico adottato dalle DAHU.

Tabella 8-25 Valutazione dell'impatto sull'impianto meccanico

Pericolo	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACCs)	Unità di trattamento dell'aria (DAHUs)	Ventole di estrazione (EFs)	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)	Serbatoio stoccaggio acqua (ST)	Pompe di distribuzione dll'acqua (P)	Pompe di carburante	Serbatoi di stoccaggio del carburante	Serbatoi sottogruppo dei generatori	Vulnerabilità mecc.	Commento
Ondata di calore	Medio	Medio	Basso	Medio	NA	NA	NA	NA	NA	Medio	Le ondate di calore (a seconda dell'intensità) potrebbero influire sulle prestazioni dei sistemi di raffreddamento. Se la temperatura della corsia di raffreddamento non potesse essere mantenuta nell'intervallo accettabile, potrebbe essere necessario spegnere i server per evitare danni all'hardware. La temperatura massima di 35-40°C è il limite superiore per mantenere l'operatività dei server senza rischi di degrado. Tuttavia, a temperature comprese tra 40-45°C è necessaria una riduzione delle prestazioni (ad esempio, riducendo la velocità della CPU/GPU o il consumo energetico) per prevenire il surriscaldamento e i danni all'hardware. Lo shutdown del server avviene oltre i 45°C. La vulnerabilità viene valutata come **Media**.

Pericolo	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACCs)	Unità di trattamento dell'aria (DAHUs)	Ventole di estrazione (EFs)	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)	Serbatoio stoccaggio acqua (ST)	Pompe di distribuzione dll'acqua (P)	Pompe di carburante	Serbatoi di stoccaggio del carburante	Serbatoi sottogruppo dei generatori	Vulnerabilità mecc.	Commento
Incendi	Basso	NA	Basso	NA	Basso	NA	Alto	Molto Alto	Molto Alto	Molto Alto	I serbatoi di stoccaggio del carburante e le relative attrezzature situate all'esterno sono i più vulnerabili alla combustione durante un incendio boschivo e a possibili esplosioni. La vulnerabilità è valutata come **Molto Alta**.
Stress idrico	NA	Medio	NA	NA	Basso	NA	NA	NA	NA	Medio	L'approvvigionamento idrico è di importanza critica per il sistema di raffreddamento adiabatico. Senza una fornitura esterna di acqua, il sistema dipenderà dallo stoccaggio idrico in loco. Una volta esaurito, non sarà più in grado di fornire un raffreddamento efficace alle rastrelliere dei server. La vulnerabilità è valutata come **Media**.

Pericolo	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACCs)	Unità di trattamento dell'aria (DAHUs)	Ventole di estrazione (EFs)	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)	Serbatoio stoccaggio acqua (ST)	Pompe di distribuzione dll'acqua (P)	Pompe di carburante	Serbatoi di stoccaggio del carburante	Serbatoi sottogruppo dei generatori	Vulnerabilità mecc.	Commento
Precipitazioni intense - grandine	Basso	NA	Basso	NA	NA	NA	Molto basso	NA	Molto basso	Basso	Le forti grandinate potrebbero danneggiare l'attrezzatura più delicata montata sul tetto (ad esempio, condensatori e ventilatori di estrazione). Tuttavia, il danno è generalmente previsto come basso, considerando una sufficiente ridondanza dell'attrezzatura per mitigare la perdita di un'unità ACC/EF. La vulnerabilità è valutata come **Bassa**.
Precipitazioni intense - neve	Basso	NA	Molto basso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Basso	La presenza di neve, in particolare sul tetto del Data Centre, potrebbe interferire con l'attrezzatura di raffreddamento montata sul tetto, bloccando il flusso d'aria. Tuttavia, i ventilatori di estrazione sono posizionati a oltre 2 metri sopra la linea del tetto, mentre gli ACC sono più bassi; quindi, il personale di manutenzione può semplicemente rimuovere la neve in caso di problemi con il flusso d'aria. La vulnerabilità è valutata come **Bassa**.

Pericolo	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACCs)	Unità di trattamento dell'aria (DAHUs)	Ventole di estrazione (EFs)	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)	Serbatoio stoccaggio acqua (ST)	Pompe di distribuzione dll'acqua (P)	Pompe di carburante	Serbatoi di stoccaggio del carburante	Serbatoi sottogruppo dei generatori	Vulnerabilità mecc.	Commento
Alluvione - pluiale	NA	Alto	NA	Alto	NA	Basso	Medio	Medio	Basso	Alto	La vulnerabilità alle inondazioni delle apparecchiature meccaniche è maggiore all'esterno dell'edificio principale del Data Centre. Le attrezzature montate sul tetto presentano una vulnerabilità trascurabile, mentre le pompe e il deposito di carburante diesel presentano una vulnerabilità media, a causa della possibilità di danni ai motori elettrici e possibile contaminazione del carburante. I DAHU e CRAC, essendo situati a livello del pavimento, presentano la maggiore vulnerabilità. Pertanto, la vulnerabilità è valutata come **Alta**.

Pericolo	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACCs)	Unità di trattamento dell'aria (DAHUs)	Ventole di estrazione (EFs)	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)	Serbatoio stoccaggio acqua (ST)	Pompe di distribuzione dll'acqua (P)	Pompe di carburante	Serbatoi di stoccaggio del carburante	Serbatoi sottogruppo dei generatori	Vulnerabilità mecc.	Commento
Tempesta di vento	Medio	NA	Medio	NA	Molto basso	NA	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Medio	La vulnerabilità primaria riguarda le apparecchiature di raffreddamento delicate montate sul tetto, inclusi i Condensatori e i Ventilatori di Estrazione, che potrebbero subire danni in caso di venti estremamente forti, dato che sono progettati per resistere a velocità del vento fino a 90 km/h. La perdita di più ACCs/EFs contemporaneamente ridurrebbe le prestazioni del sistema di raffreddamento, con conseguente downtime dei server. La vulnerabilità è valutata come **Media**.

Pericolo	Refrigeratori raffreddati ad aria (ACCs)	Unità di trattamento dell'aria (DAHUs)	Ventole di estrazione (EFs)	Unità aria condizionata in sala computer (CRAC)	Serbatoio stoccaggio acqua (ST)	Pompe di distribuzione dll'acqua (P)	Pompe di carburante	Serbatoi di stoccaggio del carburante	Serbatoi sottogruppo dei generatori	Vulnerabilità mecc.	Commento
Tornado	Alto	NA	Alto	NA	Medio	NA	Medio	Medio	Medio	Alto	La vulnerabilità primaria riguarda le apparecchiature di raffreddamento delicate montate sul tetto, inclusi i Condensatori e i Ventilatori di Estrazione, che potrebbero subire danni in condizioni di tornado, con conseguente perdita di raffreddamento efficace e surriscaldamento dei server se più ACCs/EFs venissero danneggiati contemporaneamente. Inoltre, apparecchiature come le pompe per il carburante, il serbatoio di stoccaggio del carburante e i serbatoi sotto il generatore sono anch'esse posizionate esternamente e quindi esposte. Tuttavia, questi sono sistemi ridondanti, per cui il loro guasto non causerebbe un'immediata interruzione del funzionamento dei server. A causa della vulnerabilità di Condensatori e Ventilatori di Estrazione, la vulnerabilità complessiva è valutata come **Alta**.

Tabella 8-26 Valutazione dell'impatto sull'impianto elettrico

Pericolo	Trasformatori HW/MW	Trasformatori MV/LV	Quadri HW	Quadri MW	Quadri LW	Gruppo di continuità (UPS)	Generatori Diesel (DGs)	Racks per Server	Pannelli PV	Vulnerabilità elettrica	Commento
Ondata di calore	Medio	NA	Medio	NA	NA	NA	Medio	Medio	Molto Basso	Medio	Le ondate di calore possono mettere sotto stress i sistemi elettrici. La vulnerabilità principale riguarda le apparecchiature situate all'esterno dell'edificio del Data Centre, dove non è presente un controllo della temperatura. Le apparecchiature elettriche, inclusi i Trasformatori HW/MW e i Generatori, sono progettate per resistere fino a 40,8°C. Il superamento di questa temperatura potrebbe causare un degrado delle apparecchiature elettriche e il conseguente spegnimento dei server, a causa della perdita sia dell'alimentazione primaria (Sottostazione) sia di quella di backup (Generatori). La vulnerabilità è valutata come **Media**.
Incendi	Medio	NA	Medio	NA	NA	NA	Alto	NA	Basso	Alto	Le apparecchiature esterne sono particolarmente vulnerabili agli incendi, in particolare i generatori diesel. I cavi e i materiali isolanti sono vulnerabili, così come il carburante diesel stesso, che è infiammabile. La vulnerabilità è valutata come **Alta**.
Stress idrico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	L'approvvigionamento idrico limitato non influisce direttamente sulle apparecchiature elettriche. Tuttavia, può avere un impatto indiretto sui rack server, poiché l'acqua è necessaria per il corretto funzionamento del raffreddamento adiabatico.

Pericolo	Trasformatori HW/MW	Trasformatori MV/LV	Quadri HW	Quadri MW	Quadri LW	Gruppo di continuità (UPS)	Generatori Diesel (DGs)	Racks per Server	Pannelli PV	Vulnerabilità elettrica	Commento
Precipitazioni intense - grandine	Basso	NA	Basso	NA	NA	NA	Molto Basso	NA	Basso	Basso	La grandine intensa rappresenta un rischio principalmente per le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale del Data Centre. I Trasformatori HW/MW e i Quadri elettrici collocati nella sottostazione sono più esposti, mentre i Generatori Diesel (DGs) risultano maggiormente vulnerabili rispetto alle apparecchiature interne. Tuttavia, gli involucri forniscono un certo grado di protezione. I pannelli fotovoltaici (PV) sono particolarmente vulnerabili alla grandine e possono subire danni visibili (ad esempio, rotture diagonali, crepe multiple) o non visibili (microfessurazioni), a seconda della dimensione della grandine. Tali danni possono causare malfunzionamenti dei componenti, ma è improbabile che compromettano la funzionalità dell'edificio. La vulnerabilità complessiva delle apparecchiature è valutata come **Bassa**.
Precipitazioni intense - neve	Basso	NA	Basso	NA	NA	NA	Molto Basso	NA	Molto Basso	Basso	Solo le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale del Data Centre sono vulnerabili alle forti nevicate. I Trasformatori HW/MW collocati nella sottostazione sono esposti agli agenti atmosferici. Sebbene la probabilità sia Bassa, lo scioglimento e il successivo congelamento della neve potrebbe formare ponti di ghiaccio tra i componenti ad alta tensione, aumentando il rischio di cortocircuito. I Generatori Diesel (DGs) e gli altri sistemi elettrici esterni presentano un rischio trascurabile di infiltrazioni d'acqua, poiché sono protetti da casse e involucri. La vulnerabilità complessiva è valutata come **Bassa**.

Pericolo	Trasformatori HW/MW	Trasformatori MV/LV	Quadri HW	Quadri MW	Quadri LW	Gruppo di continuità (UPS)	Generatori Diesel (DGs)	Racks per Server	Pannelli PV	Vulnerabilità elettrica	Commento
Alluvione - pluiale	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	NA	Alto	Tutti i sistemi elettrici in corrente continua si trovano al livello del suolo (piano unico) e sono quindi a rischio di danni da alluvione. Inoltre, le inondazioni potrebbero colpire simultaneamente più apparecchiature, vanificando la ridondanza di progetto. La vulnerabilità è stata valutata come **Alta**. Di seguito è riportato un riepilogo dell'impatto diretto sui componenti, nel caso in cui l'alluvione raggiungesse le apparecchiature elettriche: Trasformatori: L'infiltrazione d'acqua può causare il degrado dell'isolamento, provocando cortocircuiti, surriscaldamento o esplosioni del trasformatore. Quadri elettrici: L'allagamento può causare cortocircuiti, pericoli di arco elettrico e la completa perdita di alimentazione per le infrastrutture IT critiche. Generatori: Se sommersi o impregnati d'acqua, i generatori potrebbero non avviarsi, subire contaminazione del carburante o presentare guasti elettrici. Server e apparecchiature IT: L'esposizione diretta all'acqua può provocare cortocircuiti nei server, corruzione dei dati e guasti hardware irreversibili, con conseguente interruzione immediata del servizio e potenziale perdita di dati.
Tempesta di vento	Basso	NA	Basso	NA	NA	NA	Basso	NA	Basso	Basso	Solo le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale della corrente continua (DC) sono vulnerabili alle tempeste di vento. I trasformatori ad alta/media tensione (HV/MV) e i quadri elettrici situati nella sottostazione sono più esposti, mentre i generatori diesel sono protetti da una zona recintata. I pannelli fotovoltaici sul tetto potrebbero essere vulnerabili a detriti e oggetti trasportati dal vento, sebbene eventuali danni non dovrebbero compromettere la funzionalità dell'edificio. La vulnerabilità è stata valutata come **Bassa**.

Pericolo	Trasformatori HW/MW	Trasformatori MV/LV	Quadri HW	Quadri MW	Quadri LW	Gruppo di continuità (UPS)	Generatori Diesel (DGs)	Racks per Server	Pannelli PV	Vulnerabilità elettrica	Commento
Tornado	Alto	NA	Alto	NA	NA	NA	Alto	NA	Basso	Alto	Le apparecchiature elettriche situate all'esterno dell'edificio principale a corrente continua (DC) sono le più vulnerabili ai tornado. I pannelli fotovoltaici sul tetto potrebbero essere vulnerabili a detriti e oggetti trasportati dal vento, sebbene eventuali danni non dovrebbero compromettere la funzionalità dell'edificio. La vulnerabilità è stata valutata come **Alta**.

Impatto sugli utenti

La tabella sottostante fornisce la valutazione della vulnerabilità per gli utenti, considerando sia l'accessibilità alla struttura che la loro salute e sicurezza.

Tabella 8-27 Valutazione dell'impatto sugli utenti

Pericolo	Accessibilità	Salute e sicurezza	Vulnerabilità degli utenti	Commento
Ondata di calore	NA	Molto Basso	Molto Basso	Non sono stati identificati disagi né rischi per la salute e la sicurezza degli occupanti; la vulnerabilità degli utenti è valutata come **Molto Bassa**.
Incendi	Medio	Alto	Alto	Gli incendi potrebbero avere un forte impatto sia sulla salute e sicurezza degli occupanti che sull'accessibilità alla struttura. La vulnerabilità è stata valutata come **Alta**.
Stress idrico	NA	Basso	Basso	Tipicamente, i serbatoi di stoccaggio dell'acqua potabile sono progettati per far fronte a periodi di carenza d'acqua sul sito. La vulnerabilità è stata valutata come **Bassa**.
Precipitazioni intense - grandine	Basso	NA	Basso	Sebbene le grandinate possano limitare la circolazione degli utenti nelle aree aperte vicino all'edificio e quindi l'accessibilità, la maggior parte delle attività si svolge al chiuso. La vulnerabilità è stata valutata come **Bassa**.
Precipitazioni intense - neve	Basso	NA	Basso	Nonostante le forti tempeste di neve possano limitare la circolazione degli utenti nelle aree aperte vicino all'edificio e quindi l'accessibilità, la maggior parte delle attività si svolge al chiuso. La vulnerabilità è stata valutata come **Bassa**.
Alluvione - pluiale	Alto	Medio	Alto	Le piogge alluvionali potrebbero influire sia sull'accessibilità che sulla salute e sicurezza degli occupanti. L'acqua stagnante sul sito e nelle aree circostanti potrebbe ostacolare l'accesso alla struttura e causare infortuni alle persone presenti, mentre l'acqua contaminata potrebbe favorire la diffusione di muffa e batteri, aumentando i rischi per la salute. La vulnerabilità è stata valutata come **Alta**.
Tempesta di vento	Medio	Basso	Medio	Raffiche di vento potrebbero rendere difficile camminare negli spazi aperti e nelle terrazze, compromettendo l'accessibilità della struttura. Inoltre, gli alberi che cadono nelle vicinanze dell'edificio potrebbero bloccare l'accesso e i detriti potrebbero ferire gli utenti. La vulnerabilità è stata valutata come **Media**.
Tornado	Alto	Medio	Alto	Venti forti e detriti volanti possono causare danni alla struttura dell'edificio, bloccando i punti di ingresso e compromettendo le vie di evacuazione. Inoltre, i danni strutturali potrebbero causare infortuni o comportare rischi derivanti da materiali che cadono, aumentando il pericolo complessivo per chi lavora nella struttura. La vulnerabilità è stata valutata come **Alta**.